Digitized by Google

BIBLIOTECA
REGIA
MONACENSIS.

<36625291940013
<36625291940013
Bayer. Staatsbibliothek
Digitized by Google

Praktiſches Handbuch

über die

Anlage von Eiſenbahnen,

ihre

Koſten, Unterhaltung und ihren **Ertrag,**

über die Anfertigung und Prüfung

guß- und ſtabeiſerner Schienen,

und die Einrichtung der

Dampf- und anderer Eiſenbahnwagen.

Nebſt anhangsweiſen

Betrachtungen über die Anwendung der Dampfwagen
auf gewöhnlichen Kunſt-Straßen.

Nach den beſten

deutſchen, engliſchen und franzöſiſchen Hülfsmitteln,

bearbeitet von

Dr. Karl Hartmann,

Herzogl. Braunſchweig'ſchem Berg-Kommiſſair, mehrerer Gelehrten- und
Gewerbsvereine Mitgliede.

Zweite mit den neueſten Erfahrungen und Verbeſſerungen
bereicherte Ausgabe.

Mit 16 lithographirten Tafeln.

Augsburg, 1840.

v. Jeniſch- und Stage'ſche Buchhandlung.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Vorrede.

In den letzten zehn Jahren hat kein Gegenſtand die öffentliche Aufmerkſamkeit ſo in Anſpruch genommen, als die Eiſenbahnen. Schon ſeit länger als ein einhalb Jahrhunderten gemacht, blieb dieſe ſo wie manche andere Erfindung in ihrem Keime, bis das Bedürfniß der Zeit die Menſchen dahin führte, ihre Anſtrengungen und Talente auf Vervollkommnung dieſes wichtigen Gegenſtandes zu verwenden.

Jahrtauſende bewegte ſich der Handel auf ſchlechten, häufig unfahrbaren Straßen, langſam von einem Punkte der Erde bis zum andern und war in den

Digitized by Google

Händen jedes Landes ein Monopol weniger Perſonen. Mit der Entwickelung des Menſchengeſchlechts befreiete ſich der Handel immer mehr und mehr von ſeinen Feſſeln; er bewegte ſich raſcher, der Umſatz der Kapitalien nahm zu, die Monopole hörten auf und es nahmen mehr Perſonen an den Früchten des Handels Theil. Erſt ſpäter erkannten Engländer und Amerikaner, daß das wahre Princip des Handels ein möglichſt raſcher und häufiger Umſatz der Kapitalien, und daß daher Hauptbedingung für das Blühen des Handels wohlfeile und ſchnelle Communication ſey. Es entſtanden daher die Eiſenbahnen, als ein Werk der Nothwendigkeit, gegen deren Nutzen zu ſtreiten, ganz fruchtlos wäre.

Die Literatur blieb nicht zurück; das am Werke angehängte Verzeichniß der wichtigſten Schriften über Eiſenbahnen und Transport auf denſelben zeigt, wie viel in den letzten 10 bis 15 Jahren über den Gegenſtand geſchrieben worden iſt. Jedoch fehlte es in Deutſchland noch immer an einem Werke, welches die große Menge trefflicher, einzelner Arbeiten über Eiſenbahnen, die in ſehr vielen, zum Theil theuren und unzugänglichen Zeitſchriften und Geſellſchafts-Verhand-

Digitized by Google

lungen vorhanden ſind, zuſammengeſtellt enthält und es bedarf daher meinerſeits wohl keiner Entſchuldigung, daß ich ein ſolches, ſicher nicht leichtes, Unternehmen gewagt habe. Wie mir die Ausführung deſſelben gelungen, muß ich dem Urtheil des ſachvertrauten Publikums anheim ſtellen.

Es wird das Werk nicht allein für den eigentlichen Techniker, ſondern auch für den Staatsmann, für den Actionair bei Eiſenbahn-Unternehmungen von Nutzen und Intereſſe ſeyn; jedem Gebildeten aber wird es eine leicht verſtändliche Anſicht von dem ganzen Syſtem des Eiſenbahnweſens, mit Hülfe einer ganzen Reihe recht deutlicher Abbildungen geben. Um dem letztern Zweck zu entſprechen ſind auch mathematiſche Formeln ſo viel als thunlich vermieden, oder auf eigene Abſchnitte beſchränkt worden, die denn vorzüglich für diejenigen Intereſſe haben, welche der ſtrengen mathematiſchen Behandlung der verſchiedenen Hauptſätze bedürfen.

Die Quellen, aus denen ich ſchöpfte, ſind immer genau angegeben. Dieſe Citate und eine Ueberſicht der Literatur der Eiſenbahnen, wird den Bedürfniſſen

Digitized by Google

derjenigen entſprechen, welche ſich über einzelne Gegen=ſtände näher unterrichten wollen.

Um das Werk dem Publikum recht ſchnell über=geben zu können, und um deſſen Anſchaffung zu er=leichtern, fand es die Verlagshandlung für zweckmäßig, daſſelbe heftweiſe auszugeben. Deßhalb und weil ich noch im Laufe der Arbeit wichtige Materialien erhielt, mußte Einiges in Anhängen aufgeführt werden, wo=durch jedoch der Zuſammenhang des Ganzen keines=wegs geſtört iſt.

Braunſchweig, im Januar 1837.

Karl Hartmann.

Digitized by Google

Inhalts-Verzeichniß.

Erſtes Kapitel. Beſchaffenheit der Eiſenbahnen S. 1. — Geſchichte S. 3. — Nutzen S. 6. Verſchiedene Arten der Eiſenbahnen in Beziehung auf Zweck und Conſtruction S. 12. — Ueberſicht der wichtigern Eiſenbahnen in verſchiedenen Ländern S. 14.

Zweites Kapitel. Allgemeine Betrachtungen über Erſparung an Transportkraft und Transportkoſten durch Eiſenbahnen, ſo wie über Vergrößerung der Geſchwindigkeit des Transports S. 42.

Drittes Kapitel. Von der Beſchaffenheit, Anfertigung, Prüfung und Unterſtützung der Schienen. — Rinnenſchienen S. 78. — Stabſchienen S. 80. — Schienenſtühle S. 82. — Gußeiſerne Schienen S. 84. — Gewalzte eiſerne Schienen S. 86. — Anfertigung derſelben S. 87. — Prüfung und Vergleichung der Tragkraft guß- und ſtabeiſerner Schienen S. 90. — Vergleichung der gewalzten Schienen von verſchiedener Geſtalt S. 102. — Unterſtützung der Schienen S. 105.

Viertes Kapitel. Auswahl einer Eiſenbahnlinie S. 111. — Allgemeines Verfahren bei dem Bau einer Eiſenbahn S. 113. — Breite der Eiſenbahnen und Ausweichſtellen S. 117. — Drehſcheiben S. 121. — Durchſchneiden der Chauſſeen und Wege durch Eiſenbahnen S. 123. — Einſchnitte in das Terrain und Aufſchüttungen S. 124. — Stellen über und unter der Erde S. 129.

Fünftes Kapitel. Von den zum Transport auf Eiſenbahnen angewendeten Wagen S. 132. — Räder S. 137. — Axen S. 138. — Büchſen oder Axenlager S. 139. — Federn S. 140. — Bremſen S. 142. — Verkuppelungen S. 143. — Wagen zum Erdtransport S. 144. — Wagen zum Kohlentransport S. 145. — Guß der harten Räder S. 147. — Wagen zum Perſonentransport S. 149. — Mittel zum Auf- und Abladen S. 149.

Sechstes Kapitel. Von den Dampfwagen. — Geſchichte und Allgemeines S. 156. — Specielle Beſchreibung eines Dampfwagens S. 199. — Die Maſchine im Allgemeinen S. 200. — Die einzelnen Theile: das Wagengeſtell S. 204. — Keſſel mit Zugehör S. 206. — Speiſung des Keſſels S. 212. — Uebertragung der Bewegung S. 213. — Steuerung S. 218. — Räder, Axen und Büchſen S. 222. — Vorrichtungen zum Schmieren S. 225. — Der Munitionswagen S. 227. — Effect der Maſchine S. 228. — Koſten der Maſchine und des Betriebs S. 231. — Betrieb des Dampfwagens S. 235. — Vergleichung des Transports durch Dampfkraft mit

Digitized by Google

dem durch Pferdekraft S. 239. — Widerſtand der Wagen auf Schienenwegen S. 247. — Reibung beſtimmt durch das Dynamometer S. 258. — Reibung beſtimmt durch den Reibungswinkel S. 259. — Verſuche über die Reibung der Wagen S. 264. — Verſuche über die Reibung der Wagen ohne Federn S. 273. — Einwirkung des Fuhrwerks auf die Eiſenbahn S. 275.

Siebentes Kapitel. Wirkung der Schwere auf Abhängen zur Bewegung der Fuhrwerke durch Bremsberge oder ſelbſtwirkende Rampen S. 285. — Beſchreibung mehrerer engliſcher Bremsberge S. 295.

Achtes Kapitel. Feſtſtehende Dampfmaſchinen und Bewegung auf den Bahnrampen S. 312.

Neuntes Kapitel. Von den undulirenden oder wellenförmigen Eiſenbahnen S. 322.

Zehntes Kapitel. Von den ſchwebenden Eiſenbahnen S. 336. — Beſchreibung mehrerer Bahnen der Art S. 341.

Eilftes Kapitel. Ausbeſſerungen der Schienenwege S. 349. — Einfriedigung derſelben S. 351. — Ableitung des Waſſers aus der Bahn S. 351. — Erhaltung der Eiſenbahnen S. 352.

Zwölftes Kapitel. Anordnung der Schienenwege im Allgemeinen S. 354. — Schienenſtraßen für große Geſchwindigkeiten S. 362. — Krümmungen der Eiſenbahnen S. 368.

Dreizehntes Kapitel. Von den Koſten, welche die Anlage der Eiſenbahnen verurſachen, ſo wie von dem Verhältniß der Brutto-Einnahme zur Nettorevenüe bei verſchiedenen Eiſenbahnen. S. 372.

Vierzehntes Kapitel. Allgemeine Regeln für Eiſenbahn-Anlagen S. 390.

Anhang I. Von den Dampfwagen auf Chauſſeen S. 412.

Anhang II. Die Eiſenbahnen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika S. 436.

Anhang III. Von den Mitteln zur Ueberwindung von Terrain-Schwierigkeiten S. 510.

Anhang IV. Literatur der Eiſenbahnen S. 530.

Anhang V. Nachträge. S. 553.

Digitized by Google

Erſtes Kapitel.

Beſchaffenheit der Eiſenbahnen. — Geſchichte; — Nutzen derſelben. — Verſchiedene Arten der Eiſenbahnen in Beziehung auf Zweck und Conſtruction. — Ueberſicht der wichtigern Eiſenbahnen in verſchiedenen Ländern.

Von allen neuern Erfindungen hat wohl keine in einem ſo hohen Grade die allgemeine Aufmerkſamkeit auf ſich gezogen, als die Eiſenbahnen und Dampfwagen, als Mittel zur Beförderung des allgemeinen Verkehrs.

Eiſenbahnen oder Schienenwege (Rail ways Rail roads im Engliſchen, Chemins à ornières, Chemins de fer im Franzöſiſchen) ſind Straßen oder Wege, deren Gleiſe aus ebenen eiſernen Schienen beſtehen, die möglichſt horizontal und genau parallel liegen und auf denen ſich die Räder von Fuhrwerken bewegen, und zwar wegen der gleichen Fläche und Glätte einer ſolchen Bahn mit ungleich geringerer Kraftanſtrengung, als auf gewöhnlichen Straßen. Denn auf den Eiſenbahnen verſchwindet der Widerſtand der Räder an dem Umfange beinahe, ſo daß nur der Reibungswiderſtand an der Axe in Betracht kommt, während auf gewöhnlichen Straßen jener Widerſtand auf dem Boden, oder an dem Radumfange ſehr bedeutend iſt, ſo daß im Mittel der Widerſtand auf gewöhnlichen Straßen zu jenem auf einer Eiſenbahn, ſich wie 10 : 1 verhält.

Die Anwendung der Eiſenbahnen, dieſer mächtigen Beförderungsmittel des Verkehrs, der Induſtrie, der Bildung, die jetzt immer allgemeiner zu werden verſprechen, war vor wenigen

Digitized by Google

Jahren noch ſehr beſchränkt, und dieß muß um ſo mehr in Erſtaunen ſetzen, da die Einrichtung der Schienenwege im Allgemeinen ſehr einfach, der Transport auf denſelben aber ebenſo wohlſeil als wirkſam iſt. Man benutzte ſie früher hauptſächlich um Kohlen, Erze, Schlacken, Steine, von dem Urſprungs- nach einem beſtimmten Verbrauchs-Orte zu bringen. An einigen Punkten ſind ſie zur Verbindung einzelner Kanaltheile gebraucht worden, beſonders wo auf kurze Entfernungen große Niveau-Unterſchiede eine Waſſerverbindung ſehr erſchwert haben würden.

Schon die alten Römer erkannten die Vortheile einer glatten Fahrbahn; in der noch ziemlich gut erhaltenen appiſchen Straße, welche aus feſt zuſammen gefügten Steinen beſtand, waren Geleiſe eingehauen, andere Römerſtraßen waren mit einer ſteinartig erhärteten Mörtelmaſſe überzogen, ſo daß ſie eine fortlaufende glatte Steinfläche, wirkliche Steinbahnen bildeten. Der vollkommene Straßenbau der Römer wurde nach dem Sturze ihres Reichs vergeſſen, oder nur an einzelnen Orten befolgt. So findet man Florenz-Gleiſen von glattem und ebenem harten Marmor, wogegen die Bahn für die Pferde aus gewöhnlichem Pflaſter beſteht. Aehnliche Bahnen von behauenem Granit findet man auch in London, um Frachten darauf zu transportiren, und in Schottland, ſo wie auch z. B. auf manchen Brücken in Braunſchweig, findet man ſolche Bahnen aus dicken Platten von Gußeiſen.

Um das Fortſchieben der Schiebkarren zu erleichtern, legten die Arbeiter ſchon ſeit den älteſten Zeiten Bretter unter und beſonders war dieß in den deutſchen Bergwerken der Fall. Später wurden die Karren durch Wagen (Hunde) erſetzt, deren Räder auf Brettern oder auf hölzernen Stangen von prismatiſchem Durchſchnitt, die horizontal neben einander gelegt worden, laufen. Die Räder haben eine verſchiedenartige Konſtruktion. Ein Arbeiter konnte dabei ſchon viermal mehr fortſchieben, als auf dem gewöhnlichen Erdboden.

Digitized by Google

Ums Jahr 1680 kamen die Holzbahnen (Hundegeſtänge, Hundsläufe) durch deutſche Bergleute nach England und wurden zuerſt in der Gegend von Newcaſtle am Tyne zum Transport der Kohlen, von den dortigen Gruben nach den Ladeplätzen am Fluß Tyne, benutzt. Man machte die Gleiſe von Eichen-, Buchen- oder Birkenholz, das auf hölzernen Unterlagen ruhete. Die Räder beſtanden aus Gußeiſen oder waren mit eiſernen Reifen beſchlagen und ein vorſtehender Rand oder Pfalz erhielt ſie auf der Bahn. Der Ziehweg für die neben oder hintereinander geſpannten Pferde war zwiſchen der Holzbahn; ein gewöhnliches Pferd konnte 60 Ctr. Kohlen ziehen, alſo das Dreifache von dem was es auf einem gewöhnlichen Wege zu ziehen vermag. Bei den Berg- und Hüttenwerken und Steinbrüchen verbreiteten ſich dieſe Holzbahnen bald weiter, allein es dauerte lange ehe man ſie durch Eiſenbahnen erſetzte. Holzmangel und theure Preiſe dieſes Materials, waren zunächſt die Veranlaſſung dazu. Auf den großen Eiſenwerken von Coalbrookdale in der engliſchen Provinz Shropſhire befanden ſich ſehr ausgedehnte Strecken ſolcher Holzbahnen zum Transport der Erze, Kohlen, Schlacken ꝛc.

Als nun einſt der Abſatz des Roheiſens ſtockte, die ſtete Ausbeſſerung der hölzernen Bahnen aber große Koſten veranlaßte, ſchlug der bekannte Ingenieur John Wilkenſon den Eigenthümern der Werke [1]) vor, gußeiſerne Schienen ſtatt der hölzernen Geſtänge zu nehmen und ſie wieder mit dieſen zu vertauſchen, wenn das Eiſen verkauft oder anderweitig zum Vergießen oder Erfriſchen benutzt werden könne. Indeſſen zeigten ſich die eiſernen Schienen ſo vortheilhaft, daß man ſie nicht wieder wegnahm, ſondern im Gegentheil die noch vorhandenen hölzernen überall durch eiſerne erſetzte.

Die eiſernen Schienen wurden von nun an immer allgemeiner. An andern Orten beſchlug man die hölzernen Geſtänge mit Eiſenblech oder beſchlug ſie auch mit geſchmie-

---

[1]) Im Jahre 1738 (?)

deten eiſernen, ſehr langen Schienen. Man fand ſchon damals den Vorzug der letztern vor den gußeiſernen. Sie veranlaßten weniger Fugen, ſie ſprangen im Winter nicht ſo leicht als gußeiſerne, auch war ihre Abnutzung weniger zu bemerken, als bei letztern. Ein großer Uebelſtand war der, daß beſonders die gußeiſernen Schienen zu leicht zerſprangen. Der Grund davon lag darin, daß man ſich zu großer und zu ſchwer beladener Wagen bediente, deren Gewicht die Schienen nicht zu widerſtehen vermochten. Es dauerte bis zum Jahre 1786 ehe man dieſes Hinderniß durch die ganz einfache Einführung kleinerer Wagen, mit eiſernen Rädern, welche der Ingenieur Rich. Lovell Edgeworth zuerſt bewerkſtelligte, zu beſeitigen anfing. Statt der ehemaligen großen, mit 80 Centner und darüber belaſteten Wagen, bediente man ſich kleiner, von denen mehrere an einander gehängt wurden, deren jeder nur 30 bis 40 Centner enthielt, ſo daß der Druck auf jeden einzelnen Punkt, das Gewicht des Wagens mit eingerechnet, nie mehr als 9 bis 12 Centner betragen konnte.

Seit dieſer Epoche wurden die Eiſenbahnen in England bei Berg- und Hüttenwerken, Fabriken und Manufakturen, überhaupt wo eine große Maſſe regelmäßig zwiſchen zwei feſten Endpunkten zu transportiren war, immer allgemeiner. Anfänglich wendete man dieſelben, wie ſchon bemerkt, nur auf ein ziemlich kleines Terrain an; Berge zu überſchreiten ſteckte ihnen ein Ziel. Bald zeigte es ſich aber von beſonderem Nutzen, auf ihnen Maſſen von der Höhe in die Tiefe zu laſſen; ganze Kanalböte wurden mittelſt Schienenwegen auf geneigte Ebenen, zwiſchen den Kanaltheilen hinabgelaſſen und herauf gezogen. Aehnliche geneigte Ebenen ſetzte man mit beinahe horizontalen Schienenwegen in Verbindung und ſo war die Möglichkeit dargeboten, jede Terrain-Schwierigkeit mit denſelben zu überwinden. Lange Zeit haben die Schienenwege nur eine ſehr eingeſchränkte Anwendung gehabt, indem zur Verbindung weiter entfernter Punkte außerordentliche Anlagen von Kanälen in England ſowohl als

auch in den Niederlanden, Frankreich und theilweiſe auch in Deutſchland gemacht wurden, nachdem die erſten, Sankey-Kanal 1755, Bridgewater 1758, (beide in England) ihren Zweck ſo vollkommen entſprochen hatten. Iſt die theure Anlage einmal gemacht, ſo iſt Kanal-Transport ſelbſt ſehr wohlfeil, und — ſofern Speiſewaſſer gehörig vorhanden ſind, — auch regelmäßig, wenn man den Froſt des Winters ausnimmt. Es giebt jetzt in England ohngefähr 80 Kanäle, zuſammen 2700 engl. Meilen lang, in Frankreich vielleicht nur ein Fünftheil ſo viel, indeſſen ſind viele weit davon entfernt, die Anlagekoſten gehörig zu verzinſen und bei mehr den 40 haben die Aktien nur den halben oder einen noch geringeren Werth der erſten Auslage. Es giebt eine Grenze der Geſchwindigkeit, welche die Kanalböte nur mit außer verhältnißmäßigem Aufwande von Kraft überſteigen können; die Quantität der Speiſewaſſer ſetzt außerdem den zu transportirenden Maſſen ihre Grenzen; das Terrain nöthigt zu langen Umwegen oder macht die Anlage außerordentlich ſchwierig. Dieſe Umſtände haben es möglich gemacht, daß Schienenwege nicht allein mit Kanälen wetteifern, ſondern auch beſſer rentiren können, wie dieß eine Vergleichung des Schienenwegs und der Kanäle zwiſchen Liverpool und Mancheſter zeigt. Schienenwege ſind auch im Allgemeinen viel geeigneter mit Kanälen verglichen zu werden und dieſe zu vertreten und zu erſetzen, als mit Chauſſeen, welche wenigſtens bis jetzt, durch dieſelben nicht verdrängt werden können. Das Terrain beſchränkt die Anlage von Chauſſeen nur ſehr wenig; dieſelben ſind nicht an beſtimmte Abtheilungen des Anſteigens, des Fallens und der Horizontale gebunden, und erlauben die Bewegung einer jeden Art von Fuhrwerk eine allgemeinere Anwendbarkeit. Dagegen iſt die Unterhaltung und der Transport bei weitem koſtſpieliger, als dieß bei Schienenwegen der Fall iſt.

Lange Zeit waren Pferde die einzig bewegende Kraft, welche man auf Schienenwegen und auch auf Kanälen gebrauchte; auf letztern noch gegenwärtig, wenn man die ge-

Digitized by Google

neigten Ebenen davon ausſchließt, auf denen Dampfmaſchinen und Waſſerräder als bewegende Kräfte benutzt werden. Seit dem Anfange dieſes Jahrhunderts hat man Dampfwagen conſtruirt und durch dieſe auf den Schienenwegen die Pferde zu erſetzen geſucht, welches auch in neueſter Zeit vollkommen gelungen iſt, obwohl dabei immer noch gewiſſe Beſchränkungen ſtattfinden. Bei geneigten Ebenen werden, bei gewiſſen Steigungswinkeln derſelben, allgemein feſtſtehende Dampfmaſchinen angewendet, um die Laſten fortzuſchaffen. Bis 1794 hatte man in England noch keine bedeutende öffentliche Eiſenbahn; ſeit 1824 werden ſie erſt zur Fortſchaffung von Perſonen angewendet.

Es iſt bei Schienenwegen ſo ſehr viel, in Rückſicht auf ihren Zweck, auf das Terrain, welches ſie durchſchneiden, auf die Art ihrer Anlage, auf die bewegenden Kräfte, auf deren mechaniſchen Effect, auf die Koſten der Anlage, Unterhaltung und ihren geſammten ökonomiſchen Zweck zu bemerken, daß ſie künftig einen weitläuftigen Theil in der Civilbaukunſt einnehmen werden, der jedoch erſt ſeit wenigen Jahren Gegenſtand einer wiſſenſchaftlichen Bearbeitung und weit entfernt iſt, erſchöpft zu ſeyn.

Sich über den Nutzen der Eiſenbahnen nur einigermaßen erſchöpfend auszulaſſen, würde zu weit führen; wir ziehen es vor, unſern Leſern denſelben durch ein beſonderes Beiſpiel recht augenſcheinlich zu machen. Es iſt dies von der vollendetſten Anlage dieſer Art in England, von der Liverpool-Mancheſter Eiſenbahn entnommen. Wir geben dabei kurz wieder, was ein hochachtbarer techniſcher Schriftſteller der neueſten Zeit, Dr. Egen in Elberfeld, welcher jene Bahn ſelbſt ſehr genau ſah, darüber ſagt [1]).

Die Eiſenbahn zwiſchen Mancheſter und Liverpool iſt in dreifacher Beziehung eine der beachtungswerthſten Erſcheinungen in dem weiten Gebiet der Gewerbthätigkeit. Die Anlage iſt erſtens an ſich ſehr großartig und ſo zweckmäßig und vor-

---

[1]) Verhandlungen des Berliner Gewerbevereins 1833. VI. 286 ꝛc.

Digitized by Google

trefflich ausgeführt, daß ſie für ähnliche Werke als Muſter aufgeſtellt werden kann. Die Liverpool-Mancheſter Eiſenbahn iſt ferner die erſte, welche mit guten Kanälen in Concurrenz trat und in dieſem Wettſtreit den Sieg davon getragen hat. Endlich iſt auf dieſer Bahn ein Transportmittel, die Dampfwagen, in Anwendung gebracht, welches an Schnelligkeit die ſchnellſten Kutſchen der Welt, die engliſche Meil, um das Doppelte übertrifft.

Die beiden Städte Liverpool und Mancheſter bilden die Centralpunkte eines unermeßlichen Verkehrs und einer unermeßlichen Betriebſamkeit. Faſt der ganze nordamerikaniſche Handel knüpft ſich an Liverpool; 1831 gingen $^8/_9$ aller Baumwolle in ſeinen Hafen ein. Jährlich laufen an 12,000 Schiffe mit einem Gehalt von $1^1/_2$ Millionen Tonnen, in denſelben aus und ein. — Auf der andern Seite ſtellt ſich uns Mancheſter mit ſeiner Gewerbthätigkeit eben ſo großartig dar.

Andr. Thomſon machte 1739 eine Reiſe von Glasgow nach London zu Pferde; er traf die erſte Kunſtſtraße (turnpike road) zu Grandham an. Bis zu dieſer Stadt war nur ein ſchmaler Straßendamm (causeway) vorhanden, auf welchem die Güter auf dem Rücken der Pferde transportirt wurden, die ihm in Zügen von 30 bis 40 begegneten. Der Damm war ſo ſchmal, daß, um den Transportzügen auszuweichen, er denſelben mit ſeinem Pferde verlaſſen mußte. Poſtkutſchen mit Pferdewechſel ſcheinen vor 1750 in England nicht beſtanden zu haben.

Mancheſter und Liverpool ſind durch 3 Kanäle, durch 2 Kunſtſtraßen und ſeit 1830 durch die Eiſenbahn verbunden, die bereits nach Birmingham weiter führt und auch bis London fortgeführt werden ſoll.

Um den Nutzen und die Vorzüge der Eiſenbahnen deutlich zu machen, wollen wir nun zuvörderſt eine Ueberſicht des Verkehrs auf verſchiedenen engliſchen Landſtraßen und Kanälen aufſtellen, und die Fortſchritte andeuten, die im Laufe der Zeiten gemacht wurden. 1770—1773 ging zwiſchen Liverpool und Mancheſter täglich eine einzige Kutſche,

den einen Tag hin, den andern Tag her; es machten den Weg daher täglich ungefähr 10 Reiſende. Der 36 engliſche (7, 8 deutſche) Meilen betragende Weg wurde in 12 bis 16 Stunden, alſo für damalige Zeit ziemlich raſch zurückgelegt. Aber wie iſt das anders geworden in dem kurzen Zeitraume von fünfzig Jahren. Vor Eröffnung der Eiſenbahn gingen 29 Kutſchen täglich zwiſchen beiden Städten, welche gegen 600 Reiſende beförderten. Die Kutſchen gehörten mit zu den ſchnellſten in England, ſie legten 10 engliſche faſt 2, 2 deutſche in der Stunde zurück, und machten alſo den Weg in $3^3/_5$ Stunden. Die Eiſenbahn befördert jetzt täglich ungefähr 1400 Reiſende.

Die Waarentransportmittel zwiſchen den beiden Städten vor Anlage der Bahn erfolgten mittelſt der drei Kanäle und durch eine Menge von Frachtfuhrleuten, deren Wagen wie bei uns die Poſtwagen, zur beſtimmten Stunde abgehen und ankommen. Sie beförderten z. B. Güter auf dem 40 deutſche Meilen langen Wege von Mancheſter nach London in 34 Stunden.

Das Perſonengeld auf der Außenſeite der engliſchen Perſonenwagen und der deutſchen Schnellpoſten, iſt ſich ziemlich gleich, beträgt 8 Gr. für die deutſche Meile, allein erſtere fahren doppelt ſo ſchnell als letztere und legen durchaus keinen Zwang auf. Auf den Kanalböten beträgt das Fuhrgeld ohngefähr die Hälfte von dem auf der Außenſeite der Kutſchen.

Mit ſolchen Kommunikationsmitteln, mit den beſten Perſonenwagen, mit den beſten Waſſerſtraßen, mußte nun die Eiſenbahn in die Schranken treten. Den Perſonenverkehr hat ſie ganz an ſich gezogen; das Perſonengeld beträgt ohngefähr nur die Hälfte von dem, was für die Kutſchen gezahlt wird, und dennoch geht die Fahrt doppelt ſo raſch, als mit den beſten der Erſten. Gegen ſolche Vortheile mußten daher die Kutſchen gänzlich zurücktreten. Schwerer war der Wettſtreit mit den durch viele Nebenumſtände begünſtigten Kanälen; allein durch niedrige Frachtſätze, die nur $^1/_3$ von den

Digitized by Google

auf den letztern üblichen, d. h. ungefähr $8^1/_2$ Pfennig für den Centner auf die deutſche Meile und für Kohlen, Steine ꝛc. noch weniger, betragen, iſt es der Eiſenbahn gelungen, immer mehr Fracht an ſich zu ziehen.

Wir geben nun noch eine Ueberſicht des Verkehrs auf der Liverpool = Mancheſter Eiſenbahn vom Jahre 1832 [1]). Es wurden durch 5999 Fahrten 356,945 Reiſende befördert, zwiſchen Mancheſter und Liverpool 125,887 Tonnen und zwiſchen Bolton und Liverpool 33,556 Tonnen Güter durch 3927 Fahrten transportirt, ferner 69,396 Tonnen Steinkohlen durch 445 Fahrten. Das geſammte Transportquantum beträgt alſo 228,839 Tonnen und die Geſammtzahl der Fahrten 10,371. An Sonn= und Feiertagen werden keine Güter transportirt und es gehen dann nur 4 Wagenzüge mit Perſonen ab. — Mit jeder Fahrt wurden durchſchnittlich 60 Perſonen transportirt. Die angewendeten Maſchinen hatten 10 Pferdekräfte und können, ohne verminderte Geſchwindigkeit, 200 Perſonen mit Gepäck fortſchaffen, ja bei einer Gelegenheit brachte eine Maſchine 800 Perſonen in einer Stunde $3^1/_3$ deutſche Meilen weit von Newton nach Liverpool. Der Gütertransport auf der Bahn mag $^2/_5$ von dem Geſammttransport auf der Bahn betragen. Die dazu angewendeten Dampfwagen ziehen eine jede durchſchnittlich 64 Tonnen mit der mittleren Geſchwindigkeit von $2^1/_2$ deutſchen Meilen in der Stunde. Wie ſehr der Verkehr im Steigen begriffen iſt, geht daraus hervor, daß im Jahre 1833 ungefähr 277,000 Tonnen Fracht und 430,000 Perſonen transportirt wurden. — In dieſen Thatſachen liegt nun wohl ein evidenter Beweis des großen Uebergewichts der Eiſenbahnen über Kanäle. Im Winter ſind die Fahrten wohl einmal aufgehalten, aber nicht unterbrochen worden.

---

[1]) Wir wählen dieſes Jahr, in welchem der Perſonenverkehr der Cholera wegen, nicht ſehr bedeutend war, weil die von Herrn Egen mitgetheilten Angaben ſehr genau ſind und um einen Vergleich mit einem ſpätern Jahr machen zu können.

Digitized by Google

Um aber ihren Nutzen für die Gewerbe recht augenſcheinlich zu machen, theilen wir hier Einiges aus dem Vergleich mit, den Herr Egen zwiſchen den ſo eben bezeichneten Kommunikationsmitteln einer engliſchen mit den weiter anzudeutenden einer deutſchen Fabrikſtadt anſtellt. Er wählt zu dieſem Vergleich die Zwillingsſtadt Elberfeld = Barmen, mit 60,000 Einwohner und einer ſehr ſtark bewohnten Umgegend, welche unter den deutſchen Städten noch am beſten eine Parallele mit Mancheſter aushalten dürfte und wo alle Elemente vorhanden ſind, daß hier bei umſichtigem Schutze dem Vaterlande einſt ein zweites Mancheſter emporblühe. Das Wupperthal hat weder Waſſerſtraße noch Eiſenbahn zu benutzen und ſteht daher gegen jeden engliſchen Fabrikort ſehr zurück; auf den von ihm ausführenden Kunſtſtraßen koſtet die Fracht über 2½ Mahl mehr als in England. Die Steinkohlen von der 4 Meilen davon entfernten Ruhr koſten faſt eben ſo viel als in London, wohin ſie erſt über 80 deutſche Meilen zu Schiffe transportirt werden müſſen. — Man berückſichtige aber beſonders das Folgende: Sieht ein Spinner zu Mancheſter, daß er in ein paar Tagen mit ſeinem Wollvorrath zu Ende kommt, ſo ſetzt er ſich Morgens 7 Uhr auf den Eiſenbahnwagen, iſt um 8½ Uhr in Liverpool, frühſtückt, benutzt die ganze Geſchäftszeit zu ſeinem Wolleinkauf, läßt die Ballen zum Eiſenbahnhof bringen, und iſt Abends mit ſeiner Wolle wieder in Mancheſter. Er ſteckt ſein ganzes Kapital in ſeine Anlagen, zum Betrieb bedarf er nur geringer, weil er weder Woll = noch Garnvorräthe hat. Der Elberfelder Spinner muß dagegen in wenigen Ankäufen ſeine Wolle aus London oder Liverpool beziehen, ſich wenigſtens in der günſtigen Jahrszeit für den Winter verſorgen. Dieſe Einkäufe beſorgt ihm ein Fremder, er kann keine günſtige Konjunctur benutzen, die Wolle iſt oft Monate lang unterwegs; ſie wird aus dem Seeſchiff ins Rheinſchiff und aus dieſem auf die Frachtkarre verladen; der Transport iſt allen Vexationen des Ausländers und ſeinen Frachtſätzen preisgegeben, gegen die er ſich nicht durch eine Beziehung auf

Digitized by Google

einem andern Wege ſchützen kann. Er muß ein größeres Kapital auf den Betrieb ſeiner Fabrik als auf ihre Anlage verwenden, muß Kaufmann und Fabrikant in einer Perſon ſeyn.

So weit ſteht die gewerbreichſte Gegend am Rhein noch gegen England in den Kommunikationsmitteln zurück und doch ſind dieſe von der höchſten Bedeutung für ein Land; ſie bilden das belebende Princip für alle Gewerbthätigkeit und Kultur, und ihre durchgreifende Wichtigkeit iſt in neueſter Zeit vielfach anerkannt. Daher iſt denn auch, wie ein ausgezeichneter Techniker, Her Geheimrath Crelle in Berlin [1]) ſehr richtig bemerkt, das Beſtreben, welches ſich in der neueſten Zeit auch in Deutſchland offenbart, ſich des Nutzens, den die Eiſenbahnen einem Lande zu gewähren vermögen, theilhaftig zu machen, unſtreitig höchſt erfreulich; und noch erfreulicher wird es ſeyn, wenn man, wie es auch wirklich ſcheint, damit von Worten bald zur That übergehen ſollte; denn groß iſt wahrlich der Nutzen einer ſo bedeutenden Erleichterung und Beförderung des Verkehrs. Die Dampfſchifffahrt auf dem Meere und auf den Binnengewäſſern und die Eiſenbahnfahrt auf dem Lande, müſſen nothwendig die Menſchen wieder um Vieles einander näher rücken, und werden den geiſtigen, geſelligen und Handelsverkehr ſo mächtig beleben, daß die Völker in der Civiliſation und die einzelnen in der richtigen Einſicht in ihre wahren Intereſſen einen neuen großen Fortſchritt zu machen nicht verfehlen können.

Der Nutzen der Eiſenbahnen für den Verkehr iſt im Allgemeinen zweifach: Erſtlich kann durch die nämliche Kraft, welche mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit auf Chauſſeen eine gewiſſe Laſt fortſchafft, auf Eiſenbahnen eine bedeutend größere Laſt transportirt werden, oder umgekehrt,

---

[1]) In einer ſehr zu empfehlenden kleinen Schrift: „Einiges allgemein Verſtändliche über Eiſenbahnen, insbeſondere als Privatunternehmungen, für alle diejenigen, welche ſich dafür intereſſiren und beſonders für diejenigen, ſo als Aktionairs daran Theil zu nehmen geneigt ſind.“ Berlin 1835.

Digitized by Google

zur Fortſchaffung der nämlichen Laſt mit der nämlichen Geſchwindigkeit iſt auf der Eiſenbahn bedeutend weniger Kraft nothwendig, als auf der Chauſſee, ſo daß alſo auf der Eiſenbahn an Transportkraft und folglich an Transportkoſten bedeutend geſpart wird. Dieſer Gewinn kommt daher, daß theils eine Eiſenbahn glatter und härter iſt, als eine Chauſſee, theils daß die Fuhrwerke auf dem glatten Wege vortheilhafter gebauet werden können.

Zweitens ſind Eiſenbahnen insbeſondere geeignet, Laſten, durch Benutzung der Dampfkraft, mit einer ſo großen Geſchwindigkeit fortzuſchaffen, wie ſie ſich ſelbſt durch die ſchnellſten Pferde nicht erreichen läßt; was für Reiſende und zum Theil für den Transport von Waaren, ſo wie für andere beſondere, örtliche Zwecke, große Vortheile haben kann.

Es haben zwar in der neuern Zeit Verſuche gezeigt, daß durch Dampfkraft auch auf Chauſſeen Fuhrwerke mit ſehr großer Geſchwindigkeit fortgeſchafft werden können; allein es iſt noch nicht erwieſen, daß von den Dampfwagen, die wegen der Dampfmaſchine, welche ſie mit ſich führen müſſen, immer ſehr ſchwer ſind, und die, wenn ſie ſich auch leichter bauen ließen, nothwendig immer ein bedeutendes Gewicht haben müſſen, damit ihre Räder feſt genug eingreifen, um noch andere Laſten wie die eigenen mit ſich fort zu ziehen und nicht etwa blos gleitend ſich zu drehen, ohne ſich fortzubewegen, der Angriff auf die Chauſſee dieſe nicht ſo ſchnell und ſtark zerſtöre, daß der Verluſt gegen den Gewinn außer allem Verhältniß und größer iſt, als der Betrag der Zinſen der höhern Baukoſten von Eiſenbahnen. Man muß alſo, wenigſtens vor der Hand, die Geeignetheit für die Benutzung der Dampfkraft zur Fortſchaffung von Fuhrwerken, den Eiſenbahnen faſt noch ausſchließlich zugeſtehen.

Von den verſchiedenen Arten der Eiſenbahnen.

Alle Eiſenbahnen laſſen ſich, ihrem Zwecke nach, in drei Gattungen eintheilen: 1) In temporäre Eiſenbahnen

Digitized by Google

auf Bauſtellen, die leicht zu legen und wieder wegzunehmen ſein müſſen und häufig aus rohen Eiſenſtangen beſtehen, wie ſie im Handel vorkommen, die auf Hölzern befeſtigt ſind. — 2) In Eiſenbahnen für Gütertransporte insbeſondere. — 3) In Eiſenbahnen, beſonders für den Transport von Reiſenden. Die Konſtruktion und Anordnung dieſer drei Arten von Schienenwegen, iſt nach ihren Zwecken verſchieden.

Der Konſtruktion der Schienen nach, unterſcheidet man: 1) flache Schienenwege (edge Railroads) bei welchen die Schienen (Stabſchienen) flach oder etwas abgerundet, und die Räder der darauf ſich fortbewegenden Wägen gegen das Abgleiten mit einem hervorſtehenden Rande oder Spurkranze an der innern Seite des Wagens verſehen ſind. 2) Schienenwege mit hervorſtehendem Rande (Tramroads) wobei die Schienen Rinnenſchienen (plate rails) gegen das Abgleiten der Räder mit einem hervorſtehenden Rande nach Außen verſehen, die Wagenräder aber flach ſind, und 3) palmerſche Schienenwege, welche nur eine Schienenreihe haben, die über dem Boden erhöhet iſt und zweirädrige Wagen trägt, deren Käſten zu beiden Seiten der Räder herabhängen. Die erſtern waren ſchon immer vorzüglich im Norden von England, in den Grafſchaften Northumberland und Durham, wo die meiſten Eiſenbahnen vorhanden ſind, im Gebrauch, und werden gegenwärtig wegen ihrer allgemein anerkannten größern Vorzüge gegen die zweite Art bei allen neuern Eiſenbahn-Unternehmungen in England ſo wie auch in Frankreich, Deutſchland ꝛc. angewendet. Die Schienenwege mit hervorſtehendem Rande ſind vorzüglich im Weſten von England, in Wales im Gebrauch; die größte Anzahl derſelben dürfte ſich in Monmouthſhire befinden. Der palmerſche Schienenweg iſt bis jetzt nur an wenigen Orten angewendet worden.

Digitized by Google

Ueberſicht der wichtigern Eiſenbahnen in verſchiedenen Ländern [1]).

Eine ſolche vorläufige Ueberſicht der Eiſenbahnen in verſchiedenen Ländern, ſo weit wir dieſelben zur Zeit kennen, iſt in mancher Beziehung ſehr lehrreich. Auf das Techniſche der wichtigſten von den hier nur kurz angeführten Eiſenbahnen, kommen wir im weitern Verfolg des Werks zurück.

I. Verzeichniß der bedeutendſten, in England beſtehenden Eiſenbahnen.

Wenn in England zu einer größern Bahnen-Anlage mehrere Theilnehmer zuſammen treten, ſo iſt die Erwirkung einer Parlamentsakte für das Beſtehen der Geſellſchaft erforderlich. — Nicht geſetzlich anerkannte Eiſenbahnen gehören nur einzelnen Etabliſſements, als: Kohlengruben, andern Bergwerken, Fabrikanlagen ꝛc. an, und ſind nimmer von geringer Bedeutung. Die Bahnen werden in der Reihenfolge aufgeführt werden, wie ſie vom Parlament und durch königliche Sanktion inkorporirt worden ſind.

Unter der Rubrik „Anlage-Kapital“ werden die Summen aufgeführt, welche das Parlament geſtattete, auf die Anlage zu verwenden. Selten werden dieſe Summen ganz verwendet, und nie dürfen ſie überſchritten werden.

A. Eiſenbahnen die vor 1810 durch eine Parlamentsakte inkorporirt worden.

---

[1]) Wir benutzen dabei Leuchs kleine Schrift: „Sammlung der von 1776 bis 1836 in Betreff der Eiſenbahnen und Schienenwege in Amerika, England, Frankreich, und Deutſchland gemachten Verbeſſerungen, Beobachtungen und Vorſchläge.“ Nürnberg 1836; ſo wie für England eine Abhandlung von Dr. Egen in den „Verhandlungen des Berliner Gewerbevereins“ 1834. 6. Lief. S. 277 ꝛc. (Eine ohne Zweifel ſehr vollſtändige Ueberſicht giebt Albert's Verzeichniß von 141 Eiſenbahnen. Zweite Aufl. Ulm 1836. — Wir haben es bei Abgabe dieſes Bogens leider noch nicht hier. —)

Digitized by Google

1) Brandlings= oder auch Middleton= und Leeds=Eiſenbahn, unterm 9. Juni 1758 vom Könige ſanktionirt oder beſtätigt, 3 engl. Meilen [1]) lang und nur für den Kohlentransport beſtimmt. Es gehen auf dieſer Bahn die zwei älteſten Dampfwagen, zuerſt erfunden von Trevethick, verbeſſert von Blenkinſop. Gezahnte Räder am Wagen greifen in neben den Schienen liegenden Zahnſtangen. Die Wagen gehen mit einer Geſchwindigkeit von etwa 3 Fuß in der Sekunde und ziehen 27 bis 30 Kohlenwagen, jeden mit 54 Centner beladen.

2) Surrey=Eiſenbahn, beſtätigt am 21. Mai 1801. Länge 9 engl. Meilen. Geht oberhalb London von der Themſe ab bis Croydon und iſt vorzugsweiſe zum Transport von Kalk, Erde und Steinen beſtimmt. Anlage=Kapital 59400 Liv. Sterl., alſo Koſten für eine engl. Meile 6600 Liv.

3) Carmarthenſhire=Eiſenbahn, beſtätigt unter dem 3. Juni 1802. Länge 16 engl. Meilen. Transport: Kalk, Eiſenerze, Kohlen ꝛc. zur Verſchiffung. Anlage=Kapital 35000 Liv. Sterl. daher die Koſten von einer engliſchen Meile 2200 Liv. Sterl.

4) Sirhoway=Eiſenbahn (mit Rinnenſchienen), beſtätigt am 26. Juni 1802. Länge 10 engl. Meilen. Dient zur Unterſtützung des Monmouthſhire=Kanals. Anlage=Kapital 45000 Liv. Sterl.; alſo Koſten für die engl. Meile 4500 Liv. Sterl.

5) Croydon, Merſtham und Godſtone=Eiſenbahn, beſtätigt unter dem 17. Mai 1803, iſt $15^3/_4$ engl. Meilen lang und eine Fortſetzung der Surrey=Eiſenbahn, iſt doppelt, 24 Fuß breit und es werden darauf Erze, Kohlen, Dünger und Waaren transportirt. Anlage=Kapital 90,000 Liv. Sterl. Koſten für 1 Meile 6000 Liv.

6) Oyſtermouth=Eiſenbahn, beſtätigt unterm 29. Juni 1804; iſt 7 engliſche Meilen lang, und es wer=

---

[1]) 1 engl. Meile = 5280 engl., 5047,5 preußiſche Fuß = 0,2103 preuß. Meilen; 1 preuß. Meile = 4,756 engl.

Digitized by Google

den auf derſelben Mineralien zur weitern Verſchiffung transportirt. Anlage-Kapital 12,000 Liv. Sterl. Koſten auf eine Meile 1700 Liv. Sterl.

7) Kilmarnock- und Troon-Eiſenbahn in der Grafſchaft Ayr, beſtätigt unterm 27. Mai 1808, iſt $9^3/_4$ engl. Meilen lang und dient zum Transport von Kohlen, Kalk anderen Mineralien und Waaren. Anlage-Kapital 55,000 Liv. Sterl. Koſten auf 1 Meile 7500 L. Sterl.

8) Gloucectes- und Cheltenham-Eiſenbahn, beſtätigt am 28. April 1809; Länge $11^3/_4$ engliſche Meilen; Transport: Kohlen und Waaren. Anlage-Kapital 50,000 Liv. Sterl.; Koſten auf 1 engliſche Meile 4300 Liv. Sterl. Aktienſtand im September 1832, 78%.

9) Bullo-Pill- oder Foreſt of Dean-Eiſenbahn in der Grafſchaft Glouceſter, beſtätigt unterm 10. Juni 1809; iſt $7^1/_2$ engl. Meilen lang und dient zum Transport, von Holz, Kohlen, Eiſenerzen und anderen Mineralien aus dem königlichen Forſt von Dean zum Severn-Fluß. Anlage-Kapital 125,000 L. St., Koſten für eine Meile, 6700 L. St. Aktienſtand im September 1832, 60%.

10) Severn- und Wye-Eiſenbahn in Glouceſterſhire, beſtätigt unterm 10. Juni 1809, iſt $12^1/_4$ engl. Meilen lang und dient zum Transport von Kohlen und andern Mineralien zum Severn. Anlage-Kapital 55,000 L. St. Koſten auf eine Meile 4490 L. St. Aktienſtand im September 1832, 35%.

B. Eiſenbahnen, die zwiſchen 1810 und 1820 durch eine Parlamentsakte inkorporirt wurden.

1) Monmuth-Eiſenbahn, in Glouceſterſhire beſtätigt unterm 24. Mai 1810; iſt etwa 8 engl. Meilen lang und dient zum Transport von Holz, Kohlen, Steinen u. ſ. w. Anlage-Kapital 28,000 L. St., Koſten auf 1 Meile 5000 L. St.

2) Hay-Eiſenbahn in der Grafſchaft Hereford, beſtätigt unterm 25. Mai 1811. Anlage-Kapital 65,000 L. St.; Koſten auf 1 Meile 2700 L. St.

Digitized by Google

3) Llanfihangel-Eiſenbahn in der Grafſchaft Monmuth, beſtätigt unter dem 25. Mai 1811. Länge 6½ engl. Meilen. Transport. Kohlen. Anlage-Kapital 35,000 L. St., Koſten für eine engl. Meile 5400 L. St.

4) Grosmont-Eiſenbahn, ebenfalls in Monmouth und eine Fortſetzung der vorhergehenden, beſtätigt unterm 20. Mai 1812; iſt 7 engl. Meilen lang. Anlage-Kapital 20,000 L. St; Koſten für eine engl. Meile 2800 L. St.

5) Penrhynmaur-Eiſenbahn auf Angleſea, beſtätigt unterm 9. Juni 1812, iſt 7 engl. Meilen lang, und es werden auf derſelben Kohlen und andere Frachten transportirt. Anlage-Kapital 23,000 L. St., Koſten für 1 engl. Meile 2800 L. St.

6) Mamhilad- oder Usk-Eiſenbahn in Monmouth, beſtätigt unterm 17. Juni 1814; 5 engl. Meilen lang und zum Transport von Kalk und Eiſenerzen dienend. Anlage-Kapital 6000 L. St., Koſten für 1 engl. Meile 1200 Liv. Sterl.

7) Mansfield- und Pinxton-Eiſenbahn in Derby, beſtätigt den 16. Juni 1817. Länge 8¼ engl. Meilen; doppelte Bahn. Transport, Mineralien und Waaren. Anlage-Kapital 32,800 L. St.; Koſten für 1 Meile 4000 L.

8) Kington-Eiſenbahn in Rasnor, beſtätigt unterm 23. Mai 1818. Länge 14 engl. Meilen. Transport, Kohlen, Kalk und andere Frachten. Die Bahn verbindet die Hay-Eiſenbahn mit Kington. Anlage-Kapital 23,000 L. St., Koſten für die engl. Meile 1640 L.

9) Plymouth- und Dartmoor-Eiſenbahn in Devon, beſtätigt unterm 2. Juni 1819. Länge gegen 18 engl. Meilen. Transport, Steine, Eiſenerze, Metalle und andere Frachten. Anlage-Kapital 40,000 L. St., Koſten für die engl. Meile 2200 L.

C. Eiſenbahnen, die zwiſchen 1820 und 1830 durch eine Parlamentsakte inkorporirt wurden.

1) Stockton- und Darlington-Eiſenbahn in Durham, beſtätigt im April 1821. Länge 38 engl. Meilen,

Digitized by Google

doppelte Bahn. Transport, Kohlen, Erze, Metalle, Steine, Waaren und Perſonen. Anlage-Kapital 232,000 L. St. für Eiſenbahn, Kettenbrücke über den Tors, Dock und Quai. Koſten für 1 engl. Meile 6100 L. St., einſchließlich der genannten Bauwerke. Dieſe Bahn iſt die erſte, welche im größern Maaßſtabe und unter allgemeinen Geſichtspunkten in England gebaut worden iſt. Das Unternehmen war das Vorbild, dem bald die Bahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter folgte und daſſelbe übertraf; es hat unſtreitig für die neuern großartigen Anlagen den richtigen Weg bezeichnet und gebahnt. Aktienſtand im September 1832, 315%.

2) Stratford- und Moretow-Eiſenbahn in Gloceſtershire, beſtätigt im Mai 1821. Sie iſt 18½ engl. Meilen lang und dient zum Transport von Kohlen, Steinen, Getreide ꝛc. Anlage-Kapital 60,500 L. St., Koſten für die engl. Meile 3300 L. St.

3) Kirkintilloch- u. Mondkland-Eiſenbahn in Dumbartenſhire, beſtätigt im Mai 1824. Länge 10 engl. Meilen. Transport, Eiſen, Kohlen, Erze. Die Bahn verbindet die Eiſenwerke zu Craig und die Umgegend mit dem Forth- und Clyde-Kanal. Anlage-Kapital 25,000 L. St., Koſten für eine engl. Meile 2500 L.

4) Redruth- und Chaſewater-Eiſenbahn in Kornwall im Juni 1824 beſtätigt, iſt 10 engl. Meilen lang und dient zum Transport von Metallen, Erzen, Steinen, Getreide und Waaren. Anlage-Kapital 32,500 L. St., Koſten für eine engl. Meile 3250 L. St.

5) Bolton- und Leigh-Eiſenbahn in Lankaſter, beſtätigt im März 1825, mit einer Länge von 7¾ engl. Meilen und mit doppelten Straßen. Es werden auf derſelben Kohlen, Waaren und Perſonen transportirt. Anlage-Kapital 75,000 L. St., Koſten für die engl. Meile 10,000 Liv. Sterl.

6) Canterbury- u. Whitestaple-Eiſenbahn in Kent, beſtätigt im Juni 1825. Sie iſt 7 engl. Meilen lang und dient dazu, Waaren von London und der Themſe

Digitized by Google

nach Canterbury zu transportiren. Anlage=Kapital 71,000 L. St., Koſten für eine engl. Meile 10,000 L. St. Aktienſtand im September 1832 70%.

7) Kromford= und High Peak=Eiſenbahn in Derby, beſtätigt im Mai 1825, $33\frac{7}{8}$ engl. Meilen lang und dazu beſtimmt, die Waſſerſtraßen der Gegend von Derby und Nottingham mit denen von Mancheſter in Verbindung zu ſetzen, daher Frachten aller Art darauf transportirt werden. Anlage=Kapital 196,880 L. St., Koſten für die engl. Meile 5800 L. St.

8) Duffryn Clynoi und Porth Lawt=Eiſenbahn in Glomorgan, beſtätigt im Juni 1825, $16\frac{3}{4}$ engl. Meilen lang, auf welcher Kalk, Eiſenſtein, Bauſtein und Kohlen transportirt werden. Anlage=Kapital 60,000 L. St., Koſten für eine Meile 3600 L. St.

9) Nantle=Eiſenbahn in Carnarvon, beſtätigt im Mai 1825. Hat gegen 10 engl. Meilen Länge und wurde mit einem Anlage=Kapital von 40,000 L. St., auf die Meile mit 4000 L. St. ausgeführt.

10) Pembrey=Eiſenbahn in Carmarthen, beſtätigt im Juni 1825. Die Bahn hat nur eine unbedeutende Länge und iſt den Zwecken eines Hafens und eines Kanals untergeordnet.

11) Portlans=Eiſenbahn in Doreot, beſtätigt im Juni 1825. Die Länge der Bahn iſt unbedeutend; ſie hat zum Zweck, den Transport der ſogenannten Portlandſteine (Orlithenkalk), wovon die meiſten Bauwerke in London beſtehen, zu erleichtern. Anlage=Kapital 7000 L. St.

12) Rumney=Eiſenbahn in Monmouth, beſtätigt im Mai 1825. Die Bahn hat eine Länge von $21\frac{3}{4}$ engl. Meilen und dient zum Transport von Erzen und Steinen. Sie ſchließt ſich an die Sirhowey=Bahn an und eröffnet eine Kommunikation des innern Wales mit Newport. Anlage=Kapital 67,100 L. St., Koſten für eine Meile 3000 L.

13) Weſt=Lothian=Eiſenbahn in Linlithgow und Lanark (in Schottland), beſtätigt im Juni 1825; iſt 15 engl.

Meilen lang und wird zu dem Transport von Frachten und Perſonen benutzt. Anlage=Kapital 60,700 L. St., Koſten auf eine Meile 4000 L.

14) Aber Dulais=Eiſenbahn in Glamorgan, beſtätigt im Mai 1826; iſt 8¾ engl. Meilen lang und es findet auf demſelben Transport von Eiſen, Erzen, Kohlen und Waaren ſtatt. Anlage=Kapital 14,000 L. St., Koſten für die engl. Meile 1600 L. St.

15) Airdrie oder Ballochney=Eiſenbahn in Lanark, beſtätigt im Mai 1826. Länge 6 engl. Meilen. Transport, Kohlen, Eiſenſtein, Waaren. Sie verbindet ſich mit der Kirkintilloch=Bahn. Anlage=Kapital 28,500 L. St., Koſten auf eine Meile 4700 L.

16) Dundee und Newtyle=Eiſenbahn, in Forfar (Schottland), beſtätigt im Mai 1826; iſt 11½ engl. Meilen lang und verbindet das Innere des Landes mit dem Hafen von Dundee. Anlage=Kapital 40,000 L. St., Koſten für die engl. Meile 3500 L.

17) Edinburg und Dalkeith=Eiſenbahn, beſtätigt im Mai 1826. Die Bahn iſt 17 engl. Meilen lang, doppelt und wird zum Transport von Kohlen, Waaren und Perſonen benutzt. Anlage=Kapital 96,000 L. St., Koſten auf eine Meile 5600 L. St.

18) Die Garnkirk= und Glasgow=Eiſenbahn in Lanark, iſt im Mai 1826 beſtätigt, 8¼ engl. Meilen lang und verbindet die Kirkintilloch=Eiſenbahn über Garnkirk mit Glasgow. Anlage=Kapital 58,500 L. St., Koſten für eine Meile 7000 L.

19) Hack= und Wentbridge=Eiſenbahn in York, beſtätigt im Mai 1826; 7⅓ engl. Meilen lang und vorzugsweiſe zum Transport von Steinen für London und andere Abſatzörter beſtimmt. Anlage=Kapital 21,700 L. St., Koſten für die Meile 3000 L. St.

20) Herefors=Eiſenbahn in Monmouth, beſtätigt im Mai 1826. Länge gegen 10 engl. Meilen. Transport, Frachten verſchiedener Art. Die Bahn eröffnet eine Verbin=

Digitized by Google

bung von der Grasmont-Eiſenbahn bis Herefors. Anlage-Kapital 35,200 L. St., Koſten für eine engl. Meile 3500 Liv. Sterl.

21) Liverpool- und Mancheſter-Eiſenbahn. Dieſe berühmte Bahn, welche ſich durch die großartigſten Anlagen, durch 3 Tunnels oder Tageſtrecken, 33 Brücken, verſchiedene Einſchnitte und Aufſchüttungen, worunter die durch die bruchige Gegend (das ſogenannte Chatt Moos) beſonders ſchwierig auszuführen war, auszeichnet, und durch den großen Erfolg der Dampfwagenfahrten, den Hauptanſtoß zu Eiſenbahnen in allen Ländern gab, wurde unterm 5. Mai 1826 beſtätigt, 1827 begonnen und den 15. September 1830 für den Gebrauch des Publikums eröffnet. Ihre Länge beträgt 30¾ engl. Meilen, ihre Breite durchſchnittlich 30 Fuß. Sie bildet einen doppelten Weg von vier einzelnen Gleiſen, von welchen nach beiden Seiten wieder verſchiedene Zweige nach Städten und Kohlengruben abgeleitet ſind. Dieſe Zweige beſtehen theils nur aus einem einfachen Wege mit Ausweichungen theils auch aus doppelten. Die Koſten der ganzen Anlage, mit Einſchluß der erforderlich geweſenen Magazine, Ablageplätze und Gebäude aller Art, ſollen etwa 1 Million L. St., alſo etwa 33,000 L. auf eine engl. Meile betragen haben. Der Aktienſtand im Januar 1834 war 210%. Auf das Techniſche dieſer muſterhaften Anlage werden wir noch oft zurückkommen [1]); über den Verkehr auf derſelben redeten wir ſchon weiter oben.

22) Mancheſter- und Oldham-Eiſenbahn, beſtätigt im Mai 1826; iſt gegen 10 engl. Meilen lang und auf derſelben werden Kohlen und Waaren transportirt. Anlage-Kapital 95,000 L. St., Koſten für eine Meile 9500 L. St.

---

[1]) Eine vollſtändige Beſchreibung giebt die „Histori et Description of the Liverpool and Manchester Railway." Liverpool 1832. Auch in den Verhandl. des Berliner Gewerbevereins; in den Jahrgängen 1831 und 34 findet man treffliche Beſchreibungen dieſer Eiſenbahn, von den Herren Henze und Egen.

Digitized by Google

23) Glasgow-, Paisley- und Ardroſſan-Eiſenbahn, beſtätigt im Juni 1827. Länge 22³/₈ engl. Meilen. Transport, Kohlen, Waaren, Getreide, verſchiedene andere Frachten. Anlage-Kapital 95,700 L. St., Koſten für eine engl. Meile 4300 L. St.

24) Bridgend-Eiſenbahn in Glamorgan, beſtätigt im Juni 1828; iſt 4¹/₂ engl. Meilen lang und dient zum Transport von Kohlen und andern Frachten. Die Bahn verbindet die Duffryn-Clynoi-Bahn und die benachbarten Kohlengruben mit der Stadt Bridgend. Anlage-Kapital 10,000 L. St., Koſten auf eine engl. Meile 2200 L.

25) Briſtol- und Glouceſterſhire-Eiſenbahn, beſtätigt im Juni 1828. Länge 9 engl. Meilen. Transport, Kohlen, Steine, Waaren nach und von Briſtol. Anlage-Kapital 77,000 L. St., Koſten auf eine engl. Meile 8600 L. St. Sie wurde am 6. Aug. 1835 eröffnet. Die Einſtiche und Ausfüllungen ſind bei derſelben beträchtlicher, als bei irgend einer andern ausgeführten Bahn. Sie hat einen Tunnel 1540 Fuß lang und eine 56 Fuß hohe Ausfüllung.

26) Clarence-Eiſenbahn in Durham, beſtätigt im Mai 1828. Länge mit allen Verzweigungen 45³/₄ engl. Meilen. Transport, Kohlen, Kalk und andere Frachten. Die Bahn vereinigt ſich mit der Darlington- und Stockton-Bahn. Anlage-Kapital 260,000 L. St., Koſten für eine engl. Meile 5700 L. St., Aktienſtand im September 1832 89¹/₂ %.

27) Glouceſterſhire- und Avon-Eiſenbahn, beſtätigt im Juni 1828. Länge 5¹/₄ engl. Meilen. Die Bahn ſoll Kohlen und Steine wohlfeil zum Avon ſchaffen. Anlage-Kapital 31,000 L. St., Koſten für eine engl. Meile 6000 L. St.

28) Clanelly-Eiſenbahn in Carmarthen, beſtätigt im Juni 1828. Länge 2¹/₂ engl. Meilen. Die Bahn ſoll Mineralien und andere Landesprodukte zum Meere führen. Anlage-Kapital für Bahn und Dock von 200 Yards Länge,

und 55 Yards Breite 20,000 L. St., Koſten für eine engl. Meile etwa 5000 L.

29) Kenyon- und Leigh-Eiſenbahn in Lancaſter, beſtätigt im Mai 1829. Länge 4 engl. Meilen. Doppelte Bahn. Dieſe Bahn iſt die Verbindungsſtraße zwiſchen der Bolton- und Leigh- und Liverpool-Mancheſter-Eiſenbahn. Anlage-Kapital 31,000 L. St., Koſten für eine engl. Meile 7750 L. St.

30) Newcaſtle- und Carlisle-Eiſenbahn in Kumberland, beſtätigt im Mai 1829. Länge ohngefähr 60 engl. Meilen. Doppelte Bahn. Transport, Frachten aller Art, auch Perſonen. Anlage-Kapital 400,000 L. St, Koſten für eine engl. Meile 4839 L. St.

31) Saundersfoot-Eiſenbahn in Pembroke, beſtätigt im Juni 1829. Länge 6½ engl. Meilen. Die Bahn wurde veranſchlagt zu 17,214 L. St., Koſten für die engl. Meile 2700 L.

32) Warrington- und Newton-Eiſenbahn in Lancaſter, beſtätigt im Mai 1829. Länge 5½ engl. Meilen. Doppelte Bahn. Sie geht von Warrington bis in die Nähe von Newton, wo ſie ſich mit der Liverpool- und Mancheſter-Bahn verbindet. Frachten aller Art, auch Perſonenverkehr. Anlage-Kapital 73,000 L. St., Koſten für die engl. Meile 13,300 L.

33) Wishaw- und Coltnes-Eiſenbahn in Lanark, beſtätigt im Juni 1829. Die Länge beträgt an 15 engl. Meilen. Die Bahn kommt aus dem Kohlenbezirk von Chapel und Franfoot, und ſchließt ſich an die Kinkintilloch-Bahn an. Anlage-Kapital 80,000 L. St., Koſten für die engl. Meile 5300 L. St.

IV. Eiſenbahnen, die von 1830 bis 1834 durch eine Parlamentsakte inkorporirt wurden.

1) St. Helens- und Runcorn-Eiſenbahn in Lancaſter, beſtätigt im Mai 1830. Länge 8⅞ engl. Meilen. Doppelte Bahn. Die Bahn verbindet die Cowleyhill Kohlengruben mit dem Merſey und durchſchneidet die weſtliche Hälfte

der Liverpool=Mancheſter=Eiſenbahn faſt rechtwinklich. Anlage=Kapital 150,000 L. St., wovon 42,000 L. auf Docks= und andere Bauten kommen. Koſten für die engl. Meile 12,000 L. St.

2) Leeds= und Selby=Eiſenbahn in Yorkſhire, beſtätigt im Mai 1829. Länge 19⅞ engl. Meilen. Doppelte Bahn. Transport, Waaren, Kohlen, Perſonen. Anlage=Kapital 300,000 L. St., Koſten für die engl. Meile 15,700 Liv. Sterl.

3) Leiceſter= und Swannington=Eiſenbahn in Leiceſterſhire, beſtätigt 1830. Länge 15¾ engl. Meilen. Transport, Kohlen, Kalk und andere Mineralien nach Leiceſter. Anlage=Kapital 110,000 L. St., Koſten für eine engl. Meile 7000 L. St.

4) Polloc= und Govan=Eiſenbahn in Lanark, beſtätigt im Mai 1830. Länge ⅞ engl. Meilen. Transport, Kohlen. Die Bahn geht von den Govan=Kohlengruben zur ſogenannten Tradestown von Glasgow. Veranſchlagung 9700 L. St.

5) Wigan=Eiſenbahn in Lancaſter, beſtätigt, 6½ engl. Meilen. Doppelte Bahn. Transport, Kohlen, Waaren, Perſonen. Die Bahn gehört als Zweig zur Liverpool=Mancheſter=Eiſenbahn. Anlage=Kapital 87,500 L. St., Koſten für die engl. Meile 13,500 L. St.

6) London= und Birmingham=Eiſenbahn, beſtätigt 1833. Länge 112½ engl. (24½ deutſche) Meilen. Doppelte Bahn. Transport, Waaren, Metalle, Perſonen, Thiere. Koſten=Anſchlag 2½ Millionen L. St. Koſten für eine engl. Meile 22,000 L. St.

7) London= und Greenwich=Eiſenbahn, beſtätigt im Mai 1833, vollendet Ende 1835. Länge 3½ engl. Meilen von Greenwich bis nach der London=Brücke. Doppelte Bahn. Transport, Perſonen. Der Koſten=Anſchlag beläuft ſich auf 400,000 L. St., alſo auf jede engl. Meile über 100,000 L. St., da die Bahn nicht auf dem Boden,

Digitized by Google

ſondern auf Bogen fortläuft, die ſich mehr als 20 Fuß über jenen erheben, damit der ſtädtiſche Verkehr nicht geſtört wird.

8) London- und Briſtol-Eiſenbahn. Die Kanalverbindung zwiſchen beiden Städten hat eine Länge von 179 engl. Meilen. Die Eiſenbahn wird eine Länge von 122 engl. Meilen erhalten. Der Koſten-Anſchlag berechnet die Summen von 2,550,000 L. St.

E. Privateiſenbahnen in England.

So vollſtändig das Verzeichniß der vom Parlamente bis zum Jahr 1834 anerkannten Bahnen iſt, ſo unvollſtändig iſt das Verzeichniß der Privatbahnen; wir können nur einige der bedeutendern anführen, welches zu unſerm Zweck aber auch vollkommen hinreicht, da wir nur zeigen wollen, wie ſehr ausgedehnt ſchon jetzt die Eiſenbahnen in England ſind.

1) Brunton- und Shields-Eiſenbahn im Kohlenbezirk von Newcaſtle, wird zum Transport von Kohlen benutzt.

2) In der Umgegend von Morthyr-Tydwil in Wales, wo ſich eine große Menge von Hohöfen in der Nähe von den Steinkohlen- und Eiſenerz-Bergwerken befinden, iſt die Anzahl der ſeit dem Jahre 1791 angelegten Eiſenbahnen, um Kohlen, Koaks, Eiſenſteine und Kalkſteine zu den Hütten zu führen, ſowohl über als unter Tage ſehr groß. Es ſind dieß Rinnen- oder deutſche Schienenwege von ſchlechter Konſtruktion. Es wird nur mit Pferden auf demſelben gefördert. Im Jahre 1811 betrug die Geſammtlänge dieſer Schienenwege ſchon 150 engl. (31½ preuß. Meilen.

3) Hie Clanberris-Eiſenbahn bei Bangor in Nord-Wales, iſt 10 engliſche Meilen lang und wird zum Transport von Schieſer benutzt.

4) Die Clydach-Eiſenbahn bei Swanſea führt von der Clydach Kohlengrube bis zum Kanal und iſt 2½ engl. Meilen lang.

5) Die Fawdon- und 6), die Team-Colliery-Eiſenbahn, beide in der Nähe von Newcaſtle und zum

Digitized by Google

Transport der Steinkohlen von den Gruben zum Tyne-Fluſſe dienend. Die erſtere von den beiden Bahnen iſt $9^3/_4$ engl. Meilen lang.

7) Die Hetton- und Sunderland-Eiſenbahn, $7^1/_2$ engl. Meilen lang, welche die Steinkohlen von der Hettongrube, jetzt der größten in England, zum Wernfluß bei Sunderland führt und wegen der großen, durch bedeutende Steigungen veranlaßten Schwierigkeiten merkwürdig iſt, welche auf dieſer Bahn überwunden werden mußten.

8) Die Penrhyn-Eiſenbahn führt den ſehr beliebten dünnſpaltenden Dachſchiefer aus den Brüchen bei Penrhyn unweit Bangor in Carrnarvonſhire in Nordwales, $6^1/_4$ engl. Meilen weit zum Meere nach Port Penrhyn. Iſt ſchon 1801 und 1802 angelegt.

9) Die Sandycroft-Eiſenbahn in Flintſhire, 6 engl. Meilen lang.

10) Die Sheffield-Eiſenbahn, wird zum Transport von Kohlen, Ziegeln und Erzen benutzt.

Wir begnügen uns mit der Angabe der obigen Privateiſenbahnen, deren es noch viele andere giebt und deren Geſammtlänge über 400 engl. Meilen betragen dürfte.

Die Hauptdaten des obigen Verzeichniſſes den bis 1834 durch Parlamentsakten inkorporirten Eiſenbahnen, laſſen ſich in folgender Tabelle zuſammenſtellen:

Zeit der Anlage.	Anzahl der Bahnen.	Geſammt-Länge.	Mittlere Anlagekoſten für die engl. Meile.
Vor 1810	10	102 Meil.	5960 L. St.
Von 1810 bis 1820	9	$97^3/_4$ =	3100 = =
= 1820 = 1830	33	$481^5/_8$ =	6270 = =
= 1830 = 1834	8	$289^7/_8$ =	13600 = =
Summa	60	$971^1/_4$ Meil.	—
Mittel	—	—	7230 L. St.

Es muß hier noch bemerkt werden, daß die Anlagekoſten der Eiſenbahnen bei dem obigen Verzeichniß im Allgemeinen zu hoch angenommen worden ſind. In der Regel wird in England bei einem Eiſenbahnunternehmen der Anſchlag durch die Aktienausgabe völlig gedeckt. Dann aber läßt man ſich vom Parlament die Berechtigung ertheilen, etwa 30% vom Anſchlag in Anleihen aufzunehmen, um für alle Fälle gedeckt zu ſeyn. Dieſe in dem obigen Rubrum „Anlagekapital" mit begriffene Anleihesumme, wird ſelten erſchöpft und nie überſchritten. Dann auch ſind bei allen Bahnen die Anlage von Waarenhäuſern, andern Gebäuden, die Anſchaffung von Dampfwagen, Perſonen- und Frachtwagen ꝛc. mit eingerechnet. Wenn man nun dagegen annimmt, daß ſämmtliche Bahnen doppelt ſind, für welche die mittlern Anlagekoſten berechnet wurden, ſo mag ſich obige zu ſtarke Annahme wieder ausgleichen. Darnach betrügen die Koſten einer doppelten Eiſenbahn in England im Durchſchnitt 7000 L. St. auf die Meile. Tredgold, v. Oeynhauſen und v. Dechen nehmen dieſe Koſten nur zu 5000 L. St. für Bahnen von ſolider Conſtruktion an. Wir kommen weiter unten in dem Werk, wieder auf dieſen Gegenſtand zurück.

Die Geſammtlänge der Kanäle in England beträgt, wie ſchon oben bemerkt, 2700 engl. Meilen, die der Eiſenbahnen dürfte jetzt noch nicht zwei Drittel davon betragen. Da aber in den letzten Jahrzehnden die neuen Kanalanlagen immer mehr zurück, die Eiſenbahnanlagen aber immer überwiegender hervorgetreten ſind, ſo läßt ſich erwarten, daß ihre Länge die der Kanäle bald überflügelt haben wird. Die Vortheile davon müſſen für das Land unermeßlich ſeyn.

Seit 1834 ſind folgende bedeutende Eiſenbahnlinien entweder bereits vollendet, oder in der Anlage begriffen, oder erſt projektirt.

1) Die Eiſenbahn von Dublin nach Kingstown in Irland, iſt 6 engl. Meilen lang und ihre Anlage, die im Dezember 1834 vollendet war, koſtete 1,516,000 L. St.

Im erſten Vierteljahr nach ihrer Eröffnung beförderte ſie 177,117 Perſonen [1]).

2) Die Bahn von Birmingham nach Warrington, als Fortſetzung der Bahn von London nach Birmingham. Von Warrington bis Newton beſteht, wie wir ſchon oben ſahen, eine gute Bahn. Es wird alſo der Ausbau der genannten Linie, London mit Liverpool und Mancheſter in Verbindung ſetzen. Die Länge der Bahn beträgt 80 engl. Meilen. Die Gegend bietet keine beſondere Schwierigkeiten dar, indem der höchſte zu überſteigende Bergrücken ſich kaum 400 Fuß über das Meer erhebt.

3) Die Bahn von Edinburg nach Glasgow. Dieſe Bahn iſt ſchon ſeit dem Jahre 1826 ein Gegenſtand der Verhandlungen und genauen Vermeſſungen geweſen. Der berühmte Ingenieur Jam. Jardine ſchlug eine Linie von 48 engl. Meilen Ausdehnung vor, die mitten durch den wichtigen Eiſen- und Kohlenbezirk von Schottland geht, aber eine Höhe von 800 Fuß zu überſteigen haben würde. Man hat dieſes Hinderniſſes wegen dieſe ſonſt ſehr vortheilhafte Linie verlaſſen. Die von den Ingenieurs Grainger und Miller vorgeſchlagen und von Stevenſohn ganz gebilligte Linie, ſchließt ſich an die Garnkirk-Glasgow-Bahn an. Sie hat eine Länge von 46 engl. Meilen, hat eine Höhe von 630 Fuß zu überſteigen, und erhält im Maximo ein Anſteigen von nur 1 : 180. Es iſt wohl keinem Zweifel unterworfen, daß dieſe Linie ausgebauet werden wird.

4) Bahn von London nach Dover. Die Bahn von London nach Greenwich wird als der Anfang der genannten größern Linie angeſehen. Die Linie würde 79 engl. Meilen lang werden, und bietet nur bei einigen Flußübergängen Schwierigkeiten dar. Der Ausbau iſt für eine Meile zu 8000 bis 10,000 L. geſchätzt worden.

---

[1]) Siehe D. Stephenſon's treffliche Bemerkungen über dieſe Bahn in Nro. 40. (Jan. — Apr. 1836) des **Edinburgh new philosoph. Journal.**

Digitized by Google

5) Bahn von London nach Southampton. Die Linie iſt von Francis Giles in Vorſchlag gebracht. Sie iſt 80 engl. Meilen lang, hat eine Höhe von 380 Fuß zu überſteigen, welches mit einer Steigung von 1 : 240 geſchehen kann und iſt zu 100,000 L. St., alſo für eine engl. Meile zu 12,500 L. veranſchlagt.

6) Bahn von London nach Brighton und Shoreham. Der berühmte Ingenieur Vignolds hat eine Linie von 54 engl. Meilen Länge vorgeſchlagen. Sie hat bei Merstham eine Höhe von 360 F. zu überſchreiten. Eine zweite Linie von 56 engl. Meil. Länge iſt von Rennie in Vorſchlag gebracht worden. In dieſer Linie liegen vier Gebirgsrücken von 700 bis 800 Fuß Höhe. Rennie will durch Tunnel von einer Geſammtlänge von 10 engl. Meilen dieſe Hinderniſſe aus dem Wege räumen. Er ſchlägt die Baukoſten zu 850,000 L. St. an. R. W. Cundy bringt einen andern Plan in Vorſchlag. Er weißt mit Sachkenntniß eine Linie von London auf Horsham, Arundel, Chicheſter, Cosham und Southampton, mit Zweiglinien von Horsham nach Shoreham und Brigthon, und von Cosham nach Portsmouth, nach, von 106 engl. Meilen Länge, welche nur zwei bedeutende Bergrücken von 150 und 200 F. Höhe zu überſteigen hat, und die Zwecke der zwei hier genannten Bahnen mit einander vereinigt. Die Koſten berechnet er zu $1\frac{1}{2}$ Millionen L. St., alſo für 1 engl. Meile 14,000 L. St.

7) Die Bahn von London nach York. Cundy bringt dieſe Bahn in Vorſchlag, und will mit ihr fünf Zweigbahnen (nach Leeds, Norwich, Nottingham, Sheffield und Hull) verbinden. Die Hauptlinie beträgt 190 engl. Meilen, die Zweigbahn von Cambridge nach Northwich iſt 58 engl. Meilen lang, die Zweigbahn nach Nottingham hat 25 engl. Meilen, die Zweigbahn nach Hull hat 30 engl. Meilen, die Zweigbahn nach Sheffield hat ebenfalls 30 engl. Meilen und die ſchon vollendete Zweigbahn von Selby nach Leeds hat 20 engl. Meilen Länge. Die ganze Ausdehnung dieſes Bahnſyſtems beträgt alſo 353 engl. Meilen. Dieſe Linie

Digitized by Google

bekäme eine außerordentliche günſtige Lage, ſowohl was den mechaniſchen Effekt, als auch den Verkehr betrifft. Die Koſten ihrer Ausführung ſind zu 4 Millionen L. St. veranſchlagt worden, welches für die engl. Meile 12,000 L. St. ausmacht.

7) Bahn von Mancheſter nach Bolton le Moors. Nach einem Plan von Alex. Nimmo würde dieſe Bahn gegen 11 engl. Meilen lang werden. Von Ringley geht eine Zweigbahn von 5 engl. Meilen Länge auf Hulton ab, um ſich dort mit der Bolton- und Leig-Bahn zu verbinden; ein anderer Zweig geht von demſelben Theilpunkte in einer Länge von 6 engl. Meilen auf Bury ab. Das ganze Bahnſyſtem erhält alſo eine Länge von 22 engl. Meilen. Der Verkehr zwiſchen Mancheſter und Umgegend mit 280,000 Einwohnern auf der einen Seite und Bolton mit 64,000 Einwohnern, ſo wie Bury mit 48,000 Einwohnern auf der andern Seite, iſt von ſo großer Bedeutung, daß die Eiſenbahn unſtreitig einen reichlichen Gewinn abwerfen, und das allgemeine Intereſſe auf die entſchiedendſte Art fördern wird. Jetzt hat der Bau der Bahn wirklich begonnen.

Die Geſammtlänge dieſer in Vorſchlag gebrachten und größtentheils ſchon berathenen und vermeſſenen Eiſenbahnlinien, beträgt gegen 700 engl. Meil. und der Ausbau derſelben würde einen Aufwand von 9 Mill. L. St. erfordern.

II. Frankreich.

Es giebt in Frankreich bis jetzt drei Haupt-Eiſenbahnen. Die erſte, deren Errichtung eine Ordonnanz vom 26. Febr. 1823 autoriſirte, iſt 22,000 Metres ($5^1/_2$ Lieues) lang und erſtreckt ſich von St. Etienne bis zur Loire. Zur Erbauung der beiden andern wurden die Ordonnanzen vom 7. Juni 1826 und 1. Juni 1828 erlaſſen; ſie erſtrecken ſich von Lyon nach St. Etienne (58,000 Met. — $14^1/_2$ Lieues —) und von St. Etienne nach Andrézieur (68,000 Met. — 17 Lieues —). Die ganze Eiſenbahnſtrecke iſt daher 37 Lieues oder $16^1/_5$ deutſche Meilen lang. Die Bahn von Lyon nach

Digitized by Google

St. Etienne iſt konvex; ſie erſtreckt ſich nicht bis ins Innere Lyons, ſondern fängt erſt eine Strecke außerhalb der Stadt an. Die Paſſagirwagen werden von Pferden gezogen und bergab ſind gar keine Pferde nöthig, die Wagen laufen von ſelbſt und man braucht ſie nur zu lenken und die Schnelligkeit des Laufs zu ermäßigen. An einigen Theilen der Bahnen geſchieht der Transport jetzt auch mit Dampfwagen.

Ferner wurde eine Eiſenbahn für die Steinkohlenwerke von Epinac, 4 Stunden von Autun, 6 Stunden von Beaune und 7 Stunden vom Kanal von Burgund, nach dem letztern angelegt; eine andere ſollte von Montbriſon, das 2½ Lieues von der Eiſenbahn von der Rhone nach der Loire entfernt iſt, angelegt werden.

Vorſchläge wurden zu Bahnen von Paris nach Lille und Brüſſel, Straßburg, Havre, Rouen, Marſeille (über Lyon) und Tours ꝛc., von Alais nach Beaucaire, gemacht.

III. Belgien.

Alle Städte Belgiens ſollen mittelſt Eiſenbahnen verbunden werden, an denen auf Koſten der Regierung thätig gearbeitet wird [1]). Eine Eiſenbahn von Antwerpen über Settars nach Köln würde etwa 4,134,000 Thlr. koſten und ſelbſt Frachten würden den Weg in 10 Stunden machen können. — Von dieſen Eiſenbahnen wurde im Mai vorigen Jahres zuerſt die 2½ deutſche Meile lange Strecke von Brüſſel nach Mecheln eröffnet, die weitere nach Antwerpen wurde im Mai d. J. (1836) vollendet. — Die erſtere Strecke hat 1,225,100 Fr. gekoſtet; die Einnahme in den erſten drei

---

[1]) „Ueber den Entwurf der Eiſenbahn zwiſchen Antwerpen, Brüſſel, Lüttich und Verviers, als erſte Sektion der Straße von Antwer- nach Köln," von den Ingenieuren der Bahn, v. Ridder und Simons (geſchrieben 1833), in Crelle's Journal für die Baukunſt, Bd. 8, S. 270, 367; Bd. 9, S. 33. — Plieninger's kurzer Bericht über die Eiſenbahn von Brüſſel nach Mecheln, nebſt allgemeinen Bemerkungen über Eiſenbahn-Anlagen überhaupt ꝛc. Stuttgart, 1836.

Digitized by Google

Monaten betrug 106,800 Fr. Die Fahrt von Brüſſel nach Mecheln wird, mit Dampfkraft in $^3/_4$ Stunden zurückgelegt. Wir kommen weiter unten auf dieſe vortrefflich angelegte Bahn zurück, bei der man ſich ſtrenger als irgendwo auf dem Continent an engliſche Vorbilder gehalten; einestheils weil der Erfolg bereits über den praktiſchen Werth jener Konſtruktionsarten, welche als das Reſultat einer langen Reihe von Erfahrungen und allmähliger Verbeſſerungen zu betrachten ſind, entſchieden hat, anderntheils weil die Entſagung von allen willkührlichen Abänderungen bewährter Einrichtungen wahrſcheinlich das beſte Mittel iſt, um die Annahme von einerlei Grundſätzen in den beiden Ländern (Belgien und Rheinpreußen), welche die Eiſenbahn zur Verbindung der Schelde mit dem Rhein durchſchneiden ſoll, zu befördern.

IV. Deutſchland.

Holzbahnen hatte Deutſchland früher als England bei einigen Bergwerken und ſelbſt Eiſenbahnen wendete man ſeit Beginn dieſes Jahrhunderts bei denſelben auf dem Harz, in Oberſchleſien ꝛc. an. Die erſte große Eiſenbahn war die von Budweis nach Linz und die erſte mit Dampfwagen (nimmt man einige bei den Steinkohlenbergwerken in Oberſchleſien und bei Saarbrück 1818, angeſtellte Verſuche mit Dampfwagen älterer Einrichtung aus), die von Nürnberg nach Fürth.

Die Eiſenbahn von Linz nach Budweis, zur Verbindung der Moldau und der Donau wurde von dem Ritter Fr. Anton von Gerſtner, (dem Herausgeber des klaſſiſchen, auch hier vielfältig benutzten „Handbuchs der Mechanik",) in den Jahren 1826—1832 ausgeführt; ſie iſt einfach, 17 niederöſterreichiſche Meilen lang und koſtete 1,686,600 Fl. Conv. M., die Bahn beſteht aus Holz, indem auf Mauern, zu beiden Seiten der Bahn, von 8 zu 8 Fuß Querhölzer gelegt und auf dieſe wieder in der Spurweite von $3^1/_2$ Fuß, die 6 Zoll im Geviert ſtarken Bahnhölzer eingelaſſen ſind. Auf dieſe Hölzer ſind ſchneideeiſerne, 2 Zoll

breite und 3 Linien dicke Schienen genagelt [1]). Die Förderung der Frachten von Salz und Brennholz und von Perſonen, geſchieht durch Pferde.

Eine zweite, eben ſo eingerichtete Bahn iſt in den Jahren 1828 bis 1831 zwiſchen Prag und Pilſen angelegt; ſie iſt 19½ öſterr. Meilen lang. — Auch bei Peſth findet man eine ähnliche Bahn.

Ein Pferd zieht auf dieſen Bahnen 122 Centner in drei Wagen, oder 40 Reiſende in geſtrecktem Trabe, oder legt in ¼ Stunde eine Stunde Wegs zurück.

In dieſem Jahre (1836) ſoll eine weitere Bahn von Linz über Ebersberg nach Gmünd fertig werden, wobei auch eine Verbindung des Gmünder-Sees mit dem Hallſtädter durch einen Kanal oder eine Eiſenbahn beabſichtigt wird. Dieſe Verlängerung koſtet noch 650,000 fl.

Eiſenbahn von Wien nach Galizien. Die Arbeiten haben in dieſem Jahre begonnen; ſie ſoll hauptſächlich zum Viehe, Getreide- und Salztransport ꝛc. dienen. Die Arbeiten ſollen von mehreren Punkten aus betrieben und der Theil von Bielitz bis Bochnia zuerſt fertig werden. Sie geht bei Dziedzic im Weichſelthale bis Podgorze und von Dziedzic geht ein Flügel bis Bielitz. Die ganze Länge von Wien bis Bochnia beträgt 60 deutſche Meilen. Die Bahn wird 12 Millionen fl. C. M. koſten. — Der Weg von Wien nach Lemberg wird alsdann in 22 Stunden zurückgelegt werden können.

Die Eiſenbahn zwiſchen Nürnberg u. Fürth, die erſte in Deutſchland, welche mit Dampfwagen befahren wird, wurde im März 1835 begonnen und am 6. Dezember deſſelben Jahres eröffnet. — Sie iſt 21,000, alſo faſt eine Meile lang und beſteht aus gewalzten Eiſenſchienen. Die Bahn iſt ſehr feſt gebauet und koſtete 175,169 fl. [2])

---

[1]) Herr G. R. Crelle nennt ſolche Bahnen hölzerne, mit Eiſen plattirte Bahnen.

[2]) Scharrer's Deutſchlands erſte Eiſenbahn mit Dampfkraft, oder „Verhandlungen der Ludwigs-Eiſenbahn" Geſellſchaft in Nürnberg. Mit 3 Tafeln Abbildungen. Nürnberg 1836.

Digitized by Google

Im Entwurfe begriffen für Bayern ſind Eiſenbahnen von München nach Augsburg, Nürnberg und von da an die ſächſiſche Gränze nach Koburg, ſo wie andere von München nach Salzburg, von Augsburg nach Lindau. — In Rheinbayern bildete ſich 1836 eine Geſellſchaft für eine Eiſenbahn von Saarbrücken nach dem Rhein, die ohngefähr 16 Meilen lang werden, ungefähr 4 Millionen fl. koſten und hauptſächlich zum Steinkohlentransporte dienen würde.

Die längſt projectirte, vielfältig beſprochene, große und wichtige Eiſenbahn von Hamburg und Bremen nach Braunſchweig und Hannover, ſcheint immer noch nicht zur Ausführung zu kommen. Ueber das Spezielle des Plans iſt man noch nicht ganz einig. Die Bahn von Hamburg oder Haarburg würde nach Celle führen, und von dort aus ein Strang nach Hannover der andere nach Braunſchweig gehen. Die Bahn von Bremen ſoll über Verden und Hannover führen und auch Hamburg und Bremen ſollen unmittelbar miteinander verbunden werden. Die Wichtigkeit dieſer Bahn nicht allein für Hannover und Braunſchweig und die Hanſeſtädte ſondern für das ganze nördliche und mittlere Deutſchland, wird aus folgenden Betrachtungen deutlich.

Die Entfernung von Celle bis Haarburg, auf der Chauſſee, beträgt etwa 14 Meilen, dagegen von Hamburg bis London, auf der Elbe und der Nordſee, etwa 100 Meilen. Zwiſchen den erſten beiden Orten dauert der Transport von Frachtgütern 3 bis 4 Tage und koſtet an Fracht der Centner 12 ggr. Ein Schiff bedarf bei mäßig günſtigem Winde von Hamburg nach London ebenfalls nicht über 4 Tage und der Centner koſtet nur 8 bis 10 ggr.; folglich erfordert unter den jetzigen Umſtänden, der Transport von Celle bis Haarburg für nur 14 Meilen denſelben Koſten und Zeitenaufwand, als von Hamburg nach London für 100 Meilen.

Dieſe große Verſchiedenheiten und Vorzüge zwiſchen dem See= und dem Landtransport, findet man nun zwiſchen

dem Transport auf einer Chauſſee und einer Eiſenbahn ebenfalls. — Auf der Eiſenbahn von Celle bis Hamburg würde der Gütertransport nur 16 bis 18 Stunden anſtatt 4 Tage dauern, und die Fracht nur etwa 3 ggr. ſtatt 12 ggr. betragen; mithin vermindern ſich die Koſten und die Zeit des Transportes bis auf den vierten Theil der bisherigen. — Wenn alſo wie durch die Seeſchifffahrt, ſo auch durch Eiſenbahnen, die Entfernungen, vorzüglich was die Koſten anbelangt, verringert werden, ſo bewirken letztere daſſelbe Reſultat wie die erſtern, nämlich das, daß die ſo verbundenen Ortſchaften näher aneinander rücken. So werden ſich z. B. die Handelsverhältniſſe der Städte Braunſchweig und Hannover in dem Maaß umgeſtalten, als es der Fall ſeyn würde, wenn beide Städte, ſtatt 20 Meilen, nur 4 bis 5 Meilen von Hamburg entlegen wären, und ſo wie dieſe Städte gewiſſermaßen dem Meere näher rücken, ſo vermindert ſich auch die Entfernung der tiefer in Deutſchland gelegenen Gegenden von den Meeresküſten. — Ein Theil des Tranſits, der ſich jetzt nach dem Rhein gezogen hat und wenn die Eiſenbahn von Antwerpen nach Cöln vollendet iſt, auf welcher die Waaren für 16 bis 20 ggr. der Centner, in 4 bis 6 Tagen in Cöln ſeyn können, während ſie über Hamburg und Bremen jetzt 14 bis 16 Tage gebrauchen und 2 Rthlr. Fracht koſten, ſich noch mehr wegwenden muß, wird ſobald die große Eiſenbahn-Linie zwiſchen Hamburg, Bremen, Hannover und Braunſchweig vorhanden iſt, wiederum den alten Weg einſchlagen. Die ganze Länge der Bahn würde etwa 26 Meilen lang ſein und 50,000 Rthlr. die Meile, alſo im Ganzen 1,300,000 Rthlr. koſten [1]).

---

[1]) Glünder, kurze Darſtellung einiger der wichtigſten Verhältniſſe für Eiſenbahnen, mit beſonderer Beziehung auf ſolche Anlagen zwiſchen Hamburg, Bremen und Hannover. Hannover 1834. — Darſtellung einiger Verhältniſſe auf die Hamburg-Hannoverſche Eiſenbahn, mit Angabe ihres großen allgemeinen Nutzens und ihrer beſondern Vortheile für das Königreich Hannover. Daſelbſt.

Digitized by Google

Die braunſchweigiſche Regierung beabſichtigt auch die Anlage einer Eiſenbahn von Braunſchweig nach dem ohngefähr 5 Meilen davon entfernten Harzburg, welche hauptſächlich den Zweck haben ſoll, Holz, Metalle und andere Hauptprodukte nach der Hauptſtadt und ins Land zu ſchaffen.

Eiſenbahn von Frankfurt bis Mainz und Wiesbaden. Die Koſten wurden zu 1½ Mill. fl. berechnet. In Darmſtadt hat ſich 1836 für dieſe und andere Bahnen ein Verein gebildet, und bedeutende Summen unterzeichnet.

Eiſenbahn von Hamburg nach Lübeck. Sie würde von Altona ausgehen, 8 deutſche Meilen lang werden und 275,000 L. St. koſten. Es bildete ſich dafür in London eine Geſellſchaft, aber die däniſche Regierung hat bis jetzt ihre Bewilligung nicht ertheilt.

Die Anlage einer Eiſenbahn von Mannheim bis Baſel iſt 1836 von der badiſchen Regierung genehmigt worden und dürfte nun bald beginnen. Sie würde 28 deutſche Meilen lang werden und 13½ Millionen fl. koſten, und man wird von Mannheim nach Baſel in 8 bis 12 Stunden reiſen können; die Fracht beträgt jetzt 2 fl. für den Centner und man gebraucht dazu 8 bis 10 Tage auf der Eiſenbahn würde dagegen der Centner 36—50 kr. koſten [1]).

Sachſen. Der Bau der Eiſenbahn von Leipzig nach Dresden (12 Meilen entfernt) begann in dieſem Jahre. Die Koſten ſind auf 1½ Millionen Thaler berechnet. — Für eine Bahn von Chemnitz nach Leipzig, Dresden und Zwickau, bildete ſich in dieſem Jahre ein Verein.

Preußen. Bei mehreren Steinkohlen-Bergwerken, z. B. in Oberſchleſien, bei Langenberg an der Ruhr und bei Saarbrücken, ſind ſchon ſeit längerer Zeit Eiſenbahnen zur Kohlenförderung in Anwendung; auch wurde 1835 der Bau

---

[1]) Newhouſe, Vorſchlag zur Herſtellung einer Eiſenbahn im Großherzogthum Baden, von Mannheim bis Baſel. Karlsruhe 1835.

einer Bahn von der Saline Dürrenberg unweit Merſeburg nach den Braunkohlen=Bergwerken bei Pollwitz begonnen, der im Jahre 1836 vollendet werden ſollte. Beim Poſener Feſtungsbau ſteht eine palmerſche Eiſenbahn in Anwendung die mit den Abzweigungen 761½ Ruthen lang iſt und 3651 Thaler gekoſtet hat.

Projektirt und theilweis von der Regierung genehmigt ſind folgende größere Eiſenbahnen: 1) Von Berlin nach Potsdam, 3¼ Meile lang, wozu 700,000 Thaler unterzeichnet ſind. — 2) Von Köln nach Antwerpen, von welcher wir ſchon weiter oben bei Belgien redeten [1]). — 3) Von Düſſeldorf nach Elberfeld. — 4) Von Minden bis Köln, oder von der Weſer bis zum Rhein, über Rheine, Bielefeld, Kastrupp, Witten und Elberfeld, indem gerade auf dieſer Linie die wichtigſten Fabrikgegenden und die märkiſchen Steinkohlen=Bergwerke durchſchnitten werden; auch könnte ſich ſo dieſe Eiſenbahn an die projektirten Bahnen von Hörde bis in die Gegend von Hamm und vom Oſterbaum, zwiſchen Elberfeld und Barmen, nach der Kemnade im Ruhrthal, anſchließen. Die Entfernung zwiſchen Minden und Cöln beträgt ohngefähr 33 Meilen; die Koſten ſind zu ohngefähr 2½ Mill. Thlr. veranſchlagt [2]). — 5) Von Magdeburg bis Leipzig.

Würtemberg. In Stuttgart hat ſich eine Geſellſchaft gebildet, deren Zweck die Anlage und der Betrieb von Eiſenbahnen (ſo weit es thunlich iſt mit Dampfkraft) zwiſchen den Rhein, der Donau und dem Bodenſee, von Heilbronn nach Stuttgart, Ulm und Friedrichshafen iſt.

---

[1]) Henz, Denkſchrift zur Begründung des Projektes der Erbauung einer Eiſenbahn zwiſchen Cöln und Eupen, als deutſche Hälfte der Bahn von Cöln nach Antwerpen. Auszug des ſpeziellen Bearbeitung des Planes. Leipzig 1836.

[2]) Harkort, die Eiſenbahn von Minden nach Köln. Eſſen 1834.

Digitized by Google

V. Rußland.

In Rußland wurden die Eiſenbahnen bis jetzt hin und wieder beim Bergbau angewendet, in dieſem Jahre 1836 wird aber auf Koſten des Kaiſers, durch den Ritter von Gerſtner eine Bahn von Petersburg nach dem Luſtſchloſſe Zarskoje-Selo angelegt, auf deren Techniſches wir noch zurückkommen.

Egypten. Eine Eiſenbahn zwiſchen Kairo und dem rothen Meere iſt bereits begonnen. Sie ſoll etwas öſtlich von Suez (weil bei Suez ſelbſt das Meer nicht tief genug iſt) anfangen, ſchräg nach Ajèrud und von da ſüdlich ganz gerade bis innerhalb einer Stunde von Kairo laufen, wo an einer Stelle, ungefähr mitten zwiſchen dieſer Stadt und Birket und Hadji, ein großes Lagerhaus gebauet werden ſoll. Von hier aber ſoll ein Arm nach Kairo und ein anderer bis an das Delta hinabgeführt werden. Der Boden zwiſchen Kairo und Adjerud ſoll hoch und kieſelig hart ſeyn, und die untern Lagen ſo ſteinig, daß ſich nirgend durch Bohren Waſſer entdecken ließ. Die Strecke beträgt 84 engl. Meilen. Dieſe Eiſenbahn iſt für ganz Europa wohl eine der wichtigſten, indem ſie den großen Umweg um Afria der Schifffahrt erſpart, wodurch alle Erzeugniſſe Oſtindiens und Neuhollands ungleich billiger und ſchneller nach Europa und umgekehrt die europäiſchen nach dieſen Ländern gelangen werden.

VI. Amerika.

Obgleich Nordamerika ſpäter als England Eiſenbahnen erhielt, ſo entwickelte ſich dieſes wichtige Kommunikationsmittel dort doch ungleich ſchneller. Im Jahre 1833 waren in den Vereinigten Staaten 46 Eiſenbahnen vollendet. Davon kommen auf Maſſanchuſetts 5, auf New-York 6, auf New-Yerſey 5, Penſylvanien 15, Delavare 2, Maryland 2, Virginia 2, Nord-Karolina 3, Süd-Karolina 1, Georgia 1, Alabama 2, Luiſiana 1, Kontuki 1, dagegen waren über 137 neue entworfen, nämlich im Staate Maſſachuſetts 4, Rhode-Island 2, New-York 25, New-Yerſey 2, Penſyl-

Digitized by Google

vanien 67, Maryland 2, Virginien 5, Nord=Karolina 3, Georgia 2, Alabama 1, Miſſiſippi 2, Luiſiana 1, Ohio 12, Indiana 1, Kolumbia 1. — Die Länge der Bahnen und die glücklich überwundenen Schwierigkeiten zeichnen die amerikaniſchen vortheilhaft aus. In Penſylvanien iſt die größte, welche Philadelphia mit den Ufern des Alleghany und mit dem Ohio verbindet. Sie beſteht aus 3 Abtheilungen, führt über mehrere Flüſſe und mit Bogen überwölbte tiefe Thäler. Man zählt 31 Viadukte, zuſammen 12 engl. Meilen lang, 73 ſteinerne Bogen, 500 Abzugskanäle, 18 Brücken. Die Durchgrabungen ſind oft ſehr tief und die Dämme ſehr hoch, an einer Stelle z. B. läuft die Bahn 80 Fuß hoch ſenkrecht über dem Boden eines Abgrundes, während an andern Stellen nicht ſelten Ausgrabungen von 40 Fuß Tiefe vorkommen.

Von dem Ende dieſer Bahn bei Columbia an, bis nach Hollydaysburg an der Juniaſa, iſt die Verbindung durch den Unionkanal vermittelt, von letzterm Ort bis Johntown am Conemaugh hingegen, eine Strecke von 36½ Meilen, iſt wieder eine Eiſenbahn gezogen. Dieſer Theil der Bahn führt mittelſt mehreren ſchiefen Flächen und durch ein Tunnel von 900 Fuß Länge, 19 Fuß Höhe und 22 Fuß Weite über das Alleghany=Gebirge. Man trifft hier 400 ſchiefe Viadukte, außer 70 ſteinernen Bogen und andern Mauerwerken. Die Eiſenbahn, welche Philadelphia mit New=York verbindet, iſt 60 engl. Meilen lang.

Eine der größten iſt aber die Baltimore= und Ohio=Eiſenbahn, die von Baltimore bis Pittburg 330 engl. Meilen lang ſeyn wird. Ein bedeutender Theil davon iſt bereits vollendet.

1830 begann man eine Bahn von Baltimore nach dem 70 Meilen davon entfernten York in Penſylvanien anzulegen; 1831 wurde zur Verbindung der nördlichen und ſüdlichen Staaten eine Bahn unternommen, welche bei Petersburg in Virginien beginnt und bei Wolden am Roanake endet.

Digitized by Google

Der Bau der Südkarolina-Eiſenbahn begann im Herbſt 1830 und bis zum Jahr 1833 waren beinahe 100 Meilen vollendet und 35½ Meilen waren noch zurück. Sie geht von Charleston nach der Stadt Hamburg, die Auguſtin gegenüber, am Savomnah liegt.

Nach Pouſſin [1]) — Major in Dienſten der Vereinigten Staaten — waren daſelbſt (1834?) 98 Lieues Doppelbahnen mit maſſiven Schienen und ſteinernen Unterlagen, zu 166 Franken das Meter, 51⅛ Lieues, ebenfalls doppelte, jedoch nur hölzerne und mit Eiſen plattirte Bahnen, von denen das Meter 144 Fr. koſtete, 199¾ Lieues mit einfacher plattirter Bahn, im Mittelpreiſe von 54 Fr., 96¾ Lieues im Bau begriffener Doppelbahnen von plattirtem Holze, zu 128 Fr. und 138½ Lieues einfacher plattirter Bahnen zu 62 Fr., im Ganzen 352¼ Lieues fertige und 228⅛ Lieues im Bau begriffene, oder beinahe 600 Lieues Eiſenbahnen, vorhanden. Die wichtigſten ſind:

1) Die von Boſton nach Neuorleans; wird 180 Lieues lang; eine Verzweigung davon iſt die Bahn von Boſton nach New-York, eine zweite eingreifende Nebenbahn iſt die von Stonington, iſt auf ſtehenden Holzpfeilern, von der Höhe eines Meter und in ein Meter Entfernung angelegt. Die Lieue kommt nicht über 120,000 Fr.

2) Von New-York nach Philadelphia. Man legt 10 Lieues zu Waſſer und 24 Lieues auf Eiſenbahnen in 5½ Stunden zurück.

3) Von Philadelphia nach dem 48 Lieues davon entfernten Baltimore.

4) Von Baltimore nach Waſhington, eine doppelte Bahn, die noch nicht vollendet iſt und 133 Lieues lang wird. In wenigen Jahren wird man die 435 Lieues von Boſton nach Charleston in 72 Stunden zurücklegen, oder

---

[1]) Chemins de fer Americains. 1835. Dieſes wichtige Werk, welches jetzt auch ins Deutſche überſetzt wird, werden wir im Verfolg dieſer Schrift vielfältig benutzen.

Digitized by Google

in halb ſo viel Zeit, als man von Paris nach Marſeille auf einer um die Hälfte kürzere Straße gebraucht.

Linien des Atlantiſchen Stromgebiets nach Weſten. 1832 bildete ſich eine Kompagnie mit 30 Millionen Fr. für eine Eiſenbahn von New-York nach dem Frieſen, die 196 Lieues lang ſeyn wird; eine andere wird von New-York nach Albany gehen. In Penſylvanien ſind zwei Linien begonnen, die von Philadelphia aus nach dem Weſten gehen, um Penſylvanien mit dem großen Miſſiſippithal, quer durch die amerikaniſchen Alpen und die Alleghany's zu verbinden. Auch von Maryland geht eine Eiſenbahn nach dem atlantiſchen Ocean, in Südkarolina eine von Charleſton nach Auguſt ꝛc.

Südamerika. Durch Londoner Unternehmer wird auch Braſilien bald eine Eiſenbahn erhalten, wodurch Villa Rica mit dem Meere in faſt unmittelbare Berührung gebracht werden ſoll. Dieſe Eiſenbahn wird vom Ufer des Rio doce beginnen, wo die bequeme Beſchiffung deſſelben aufhört, und dann ziemlich gerade nach Villa Rica hinauf geführt werden.

Auch von Santiago, an der Südküſte von Cuba bis zur Havannah, ſoll eine Eiſenbahn angelegt werden und endlich hat der Congreß von Neu-Granada 1834 die Vollziehungsgewalt ermächtigt, den Bau einer Eiſenbahn über die nur 12 Meilen breite Landenge von Panama oder Darion zu geſtatten. Dieſelbe wird nächſt der über die Landenge von Suez eine der wichtigſten werden, indem dadurch die Verbindung zwiſchen dem atlantiſchen und dem ſtillen Ocean außerordentlich erleichtert wird.

Digitized by Google

Zweites Kapitel.

Allgemeine Betrachtungen über Erſparung an Transportkraft und Transportkoſten durch Eiſenbahnen, ſo wie über Vergrößerung der Geſchwindigkeit des Transports [1]).

Bei der Unterſuchung über die Erſparung an Transportkoſten wird es, weil es ins beſondere auch auf eine Vergleichung der Eiſenbahnen mit Chauſſeen, in Beziehung auf den größern Vortheil ankömmt, welchen die eine oder die andere Art von Straßen gewährt, angemeſſen ſeyn, ins beſondere zunächſt nur auf die Pferdekraft Rückſicht zu nehmen, weil nur dieſe auf beiden Arten von Straßen gleich benutzbar iſt, während die Dampfkraft, wie ſchon bemerkt, den Eiſenbahnen einſtweilen noch, wenigſtens zu dem Zwecke einer ſehr großen Beſchleunigung des Transports ausſchließlich vorbehalten bleibt.

Die Kraft, welche zur Fortſchaffung eines Fuhrwerks auf einer Straße, mit einer beſtimmten Geſchwindigkeit, nothwendig iſt, richtet ſich offenbar nach dem Widerſtande, welchem das Fuhrwerk auf der Straße begegnet, und ſteht

[1]) Wir benutzen bei der Abfaſſung dieſes Kapitels, welches durchaus nothwendig erſcheint, ehe wir zu der eigentlichen Anlage der Eiſenbahnen und zu dem Transport auf denſelben weiter gehen, die ſchon oben erwähnte kleine Schrift des Hrn. G. R. Crelle, indem das von dieſem erfahrenen Architekten in derſelben Geſagte überaus zweckmäßig und paſſend erſcheint, um die Leſer auf den Standpunkt zu ſtellen, von wo aus die Eiſenbahnen nothwendig betrachtet werden müſſen.

Digitized by Google

mit ihm in geradem Verhältniß; denn wenn z. B. der Widerſtand doppelt und dreifach ſo groß iſt, muß auch die Kraft zwei- und dreimal ſo groß ſeyn; iſt der Widerſtand halb ſo groß, ſo iſt nur die Hälfte der Kraft nöthig ꝛc.

Der Widerſtand nun, welchen das Fuhrwerk auf der Straße findet, iſt zweierlei Art, und die erſte Art zerfällt wieder in zwei Theile. Er entſteht nämlich:

1ſtens aus der Reibung

a) der Achſen in den Büchſen der Räder,

b) der Radfelgen auf der Straße;

welcher letztere Theil des Widerſtandes aber nur faſt uneigentlich Reibung genannt wird, indem die Räder in der Regel auf der Bahn nicht gleiten, und ſich alſo auf derſelben nicht eigentlich reiben, ſondern vielmehr, rollend, über die Unebenheiten der Bahn hinweg zu heben ſind; wobei zugleich auf der Chauſſee vielleicht Steine und Kieſel zerdrückt werden.

2tens daraus, daß die Laſt des Fuhrwerks ſelbſt, ſo wie wie auch diejenige der ziehenden Thiere oder Maſchinen, dann, wenn die Bahn nicht vollkommen horizontal liegt, beim Bergauffahren, wie auf eine ſchiefe Ebene, allmählig hinauf gehoben werden muß.

Nur der erſte Theil des Widerſtandes, der aus der Reibung der Radachſen in den Büchſen und der Radfelgen auf der Straßenbahn entſteht, iſt, nach Verſchiedenheit der Bauart der Straßen und der Fuhrwerke, verſchieden. Der zweite Theil iſt durchaus immer, und ohne alle Ausnahme, für jede Art der Straße und für jede Art des Fuhrwerks ganz vollkommen derſelbe. Er läßt ſich weder vermindern, noch auch vermehren, die Laſten mögen auf Schlitten, oder auf ſchlecht oder gut gebauten Wagen, auf bodenloſen, ſandigen oder ſumpfigen Straßen, oder auf einer Chauſſee, oder auf einer Eiſenbahn transportirt werden; denn er rührt unmittelbar von der Wirkung der Schwere der Körper ſelbſt her, jener unabänderlichen und

Digitized by Google

unwandelbaren Naturkraft, die allen Körpern unveräußerlich und unveränderlich inwohnt.

Alſo nur allein an dem erſten Theil des Widerſtandes, und folglich nur an demjenigen Theile der Transportkraft, der zur Ueberwindung dieſes Theils nothwendig iſt, und mithin auch nur an den Koſten dieſes Theils kann durch Vervollkommnung der Straßen und der Fuhrwerke geſpart werden.

Daraus folgt denn ſchon hier im Allgemeinen, und ſelbſt ohne erſt näher auf Zahlen einzugehen, offenbar, daß man ja nicht etwa wie folgt rechnen dürfe: die Transportkoſten auf einer vorhandenen Chauſſee betragen nach der Erfahrung ſo und ſo viel; auf einer horizontalen Eiſenbahn wird der ſo und ſo vielte Theil derjenigen Transportkraft, die auch einer horizontalen Straße nöthig ſeyn würde, erſpart; die Koſten dieſer Krafterſparung als der eben ſo vielte Theil der Koſten der Transportkraft auf der Chauſſee angeſchlagen, gewähren gute Zinſen der Koſten einer Eiſenbahn: alſo iſt es vortheilhaft, eine Eiſenbahn ſtatt der vorhandenen Chauſſee zu bauen. Eine ſolche Rechnung kann, wenn das Terrain einigermaßen bedeutend uneben iſt, ſo ungemein unrichtig ſeyn, daß ſich am Ende ſtatt 5, 6 und mehrere Prozent Zinſen, die man erwartete, vielleicht nur die Hälfte und noch weniger ergiebt; denn es wird ja durch die Eiſenbahn keineswegs auch auf der nicht horizontalen Straße der eben ſo vielte Theil der geſammten Transportkoſten erſpart, als auf horizontaler Straße, ſondern nur der eben ſo vielte Theil von einem Theile der Transportkoſten, nemlich von demjenigen Theile, der auf die zur Ueberwindung der Reibung der Achſen in den Büchſen und der Radfelgen auf der Bahn nöthige Zugkraft kommt, keineswegs auch nur das geringſte von den Koſten der Kraft, die nöthig iſt, die Laſten auf der ſchrägen Bahn in die Höhe zu heben; dieſer letzte Theil der Kraft aber, welcher völlig unverändert der nämliche bleibt, kann ſo bedeutend ſeyn, daß die wirkliche Erſparung an Transportkoſten am Ende nur ſehr gering iſt. Und auf Erſparung an Transportkoſten beruht einzig und allein die

Digitized by Google

Möglichkeit der Ausführung von Eiſenbahnen durch Privat-Unternehmer.

Beſſer ſchon, und ſogar ſcheinbar ganz wichtig würde es ſeyn, wenn man wie folgt rechnete. Durch eine Eiſenbahn wird gegen eine Chauſſee von demjenigen Theile der Transportkraft, der zur Ueberwindung der Reibung der Wagenachſen in den Büchſen und der Radfelgen auf der Straße, alſo mit Ausſchluß der zum Heben der Laſten über die Anhöhen erforderlichen Kraft nothwendig iſt, der ſo und ſo vielte Theil erſpart; folglich der ſo und ſo vielte Theil das jenem Theile der Transportkraft entſprechenden Theils der Transportkoſten. Dieſe Erſparung gewährt noch gute Zinſen der Anlagekoſten der Eiſenbahn: folglich iſt es eine vortheilhafte Unternehmung, eine Eiſenbahn auf der vorhandenen Chauſſee zu bauen, oder dicht daneben. Aber auch dieſe Rechnung kann noch unrichtig ſeyn, und ſelbſt in ſolchem Maaße, daß wiederum ſtatt 5 oder 6 Prozent Zinſen am Ende nur die Hälfte herauskommt.

Um aber näher ans Licht zu ſtellen, wie und in welchem Maaße möglicherweiße das Reſultat der erſten von den obigen beiden Berechnungen von der Wahrheit abweichen kann, müſſen wir zuvörderſt auf einige Zahlen eingehen.

1) Ein Pferd von mittlerer Stärke kann auf einer guten, horizontalen Chauſſee, mit der Geſchwindigkeit von 1000 Ruthen in der Stunde, oder $3\frac{1}{3}$ Fuß in der Sekunde, täglich $4\frac{1}{2}$ Meilen weit und bei einem Ruhetage nach je fünf Tagen, ein gut gebautes Fuhrwerk, mit eiſernen Achſen, hohen Rädern u. ſ. w. fortziehen, welches mit ſeiner Ladung 24 Zentner wiegt.

2) Das nemliche Pferd kann, mit der nemlichen Geſchwindigkeit, täglich eben ſo weit, und ebenfalls den je fünften Tag ruhend, auf einer guten, horizontalen Eiſenbahn, wiederum für die möglichſte Verminderung der Reibung gebauete Fuhrwerke fortziehen, welche mit ihrer Ladung zuſammen 240 Ztr. wiegen.

Digitized by Google

3) In beiden Fällen kommt auf das Gewicht der Fuhrwerke ſelbſt etwa der dritte Theil der geſammten Laſt, ſo daß die fortgeſchaffte Fracht zwei Drittheile derſelben beträgt.

4) Die Kraft, welche das Pferd bei ſeiner oben beſchriebenen Wirkung in horizontaler Richtung anwendet, iſt zu einem Zentner oder 110 Pfund anzunehmen; das Gewicht des Körpers des Thieres zu 5 Ztr.

5) Derjenige Theil des horizontalen Widerſtandes alſo, den die Fuhrwerke, auf der Straße, in der Reibung der Radachſen auf den Büchſen und der Radfelgen auf der Bahn finden, beträgt auf der Chauſſee den 24ſten und auf der Eiſenbahn den 240ſten Theil des Gewichts der Fuhrwerke; denn auf einer horizontalen Straße giebt es keinen andern Widerſtand, als jenen, und folglich wird hier die geſammte Zugkraft des Pferdes von 1 Zentner zur Ueberwindung der auf der Chauſſee von 24 Ztr. Laſt und auf der Eiſenbahn von 240 Ztr. Laſt herrührenden Reibung verwendet.

6) Die Kraft, welche unabhängig von der Reibung der Achſen der Fuhrwerke und der Radfelgen auf der Bahn, alſo außer derſelben nöthig iſt, eine Laſt eine ſchräge Bahn bergauf zu ziehen, iſt, einem Naturgeſetze zufolge, dem nemlichen Theil der Laſt gleich, welchen die auf der Bahn erſtiegene Höhe von ihrer Länge ausmacht. Alſo wenn z. B. die Straße 1 auf 24, d. h. z. B. 1 Fuß auf 24 Fuß Länge, oder 1 Ruthe auf 24 Ruthen Länge u. ſ. w. hinauf ſteigt, ſo beträgt die Kraft, welche, außer derjenigen zur Ueberwindung der Reibung, zum heraufziehen der Laſt nöthig iſt, den 24ſten Theil derſelben. Steigt die Straße 1 auf 50, ſo beträgt ſie den 50ſten Theil der Laſt ꝛc.

Hieraus würde ſich nun, wenn man, zunächſt nach den einfachſten, ſcheinbar richtigen Anſichten, einen Ueberſchlag machen wollte, Folgendes ergeben:

Digitized by Google

Um 240 Ztr. auf einer horizontalen Chauſſee fortzuziehen, ſind nöthig	10 Pferde Kraft
auf einer horizontalen Eiſenbahn hingegen nur	1 „ „
Alſo werden durch die Eiſenbahn gegen die Chauſſee erſpart	9 Pferde Kraft,
oder $^9/_{10}$, d. h. der Zugkraft	90 Prozent.
Steigt dagegen, die Chauſſee ſowohl, als die Eiſenbahn, z. B. 1 : 240, ſo iſt beim Bergauffahren auf der einen ſowohl, wie auf der andern, noch außerdem zum Emporheben der Laſt der 240ſte Theil derſelben, mithin noch 1 Pferdekraft nöthig. Alſo ſind, um die 240 Ztr. bergauf zu ſchaffen, überhaupt nöthig auf der Chauſſee	11 Pferde Kraft
auf der Eiſenbahn	2 „ „
Mithin werden durch die Eiſenbahn gegen die Chauſſee erſpart, wieder . .	9 Pferde Kraft
oder $^9/_{11}$, das heißt der Zugkraft . . .	$81^9/_{11}$ Prozent.
Steigen die beiden Straßen 1 auf 120, ſo iſt zum Emporheben der Laſt der 120ſte Theil derſelben nöthig; alſo noch 2 Pferde Kraft, mithin überhaupt auf der Chauſſee	12 Pferde Kraft,
auf der Eiſenbahn	3 „ „
und es werden durch Eiſenbahn gegen die Chauſſee erſpart, wieder . . .	9 Pferde Kraft,
oder $^9/_{12}$, d. h. der Zugkraft, u. ſ. w. . .	75 Prozent.

Ueberhaupt ſieht man, daß nach dieſer Art zu rechnen immer 9 Pferde Kraft für 240 Ztr. Laſt erſpart werden würden, welches auch das Gefälle der beiden Straßen ſeyn mag. In der That würde die Erſparung in allen Fällen diejenige Kraft ſeyn, welche zur Ueberwindung der Reibung auf der Eiſenbahn weniger nöthig iſt, als auf der Chauſſee; denn der andere Theil der Zugkraft, welchen das Emporheben

der Laſt erfordert, bleibt, wie ſchon bemerkt, auf beiden Straßen, ſo wie auch auf jeder beliebigen andern immer und völlig unverändert derſelbe. Da nun aber die geſammte Zugkraft mit dem Gefälle immer fort zunimmt, ſo iſt die Erſparung von 9 Pferden Kraft, ſo wie die Straße ſteiler wird, auch immer fort ein geringerer Theil der geſammten Zugkraft. Steigen die beiden Straßen z. B. 1 auf 24, ſo wären auf der Chauſſee zuſammen 20 Pferde Kraft nöthig und die Erſparung von 9 Pferden Kraft betrüge nur noch $^9/_{20}$ oder 45 Procent der geſammten Zugkraft, ſtatt der 90 Procent auf der horizontalen Bahn; alſo nur noch halb ſo viel.

Es darf indeſſen, ehe wir weiter gehen, nicht unbemerkt bleiben, daß die vorhergehende Rechnungsart, obgleich in der That die durchaus ſich ergebenden Verhältniſſe der Erſparung der Zugkraft auf der Eiſenbahn gegen die auf der Chauſſee wirklich genau dieſelben ſind, welche eine wichtigere Rechnung ergiebt, dennoch in Rückſicht des Betrages der Zugkräfte ſelbſt, auf der einen oder der andern Art vor Straße bedeutende Modifikationen erleiden. Dieſe Modifikationen ziehen freilich keine Aenderungen der Reſultate nach ſich, worauf es hier ankommt, allein ſie dürfen nicht unerwähnt bleiben, um nicht eine Rechnungsmethode überhaupt für richtig anzugeben, welche es nicht iſt.

Dieſe Modifikationen ſind folgende:

Erſtlich nemlich iſt es, ſtrenge angenommen, nicht richtig, für den Widerſtand; den die Fuhrwerke auf der Straße durch die Reibung der Radachſen in den Büchſen und der Radfelgen auf der Bahn finden, auch dann, wenn die Straße nicht horizontal iſt, den nemlichen Theil der Laſt anzunehmen, wie wenn die Straße wagerecht liegt. Denn die Richtung des Druckes iſt immer ſenkrecht, alſo dann, wenn die Straße nicht horizontal iſt, auf derſelben nicht ſenkrecht, wie in dem Fall einer horizontalen Straße. Der Druck der Laſt auf eine ſchräge Bahn iſt ſchräg, und der von der Laſt herrührende ſenkrechte Druck auf die Bahn iſt

Digitized by Google

geringer als die Laſt. Und da ſich nun die Reibung einer Laſt auf einer Fläche nur nach dem perpendikulairen Druck richtet, ſo iſt auch die Reibung etwas geringer, als ſie oben angeſetzt wurde. Freilich iſt der Unterſchied nur ſehr gering, er beträgt, ſelbſt bei dem ſtärkſten Gefälle einer Straße, von 1 auf 18, noch nicht den 600ten Theil des Ganzen. Gleichwohl iſt er vorhanden.

Zweitens muß, nächſt der Laſt, welche die Pferde auf einer ſchrägen Straße in die Höhe ziehen, auch das eigene Gewicht der Thiere ſelbſt von ihnen in die Höhe gebracht werden, ſo daß alſo das Gewicht der Zugthiere ſelbſt zu dem Gewicht der Wagen, vor welche ſie geſpannt ſind, noch hinzukommt. Der Unterſchied, welcher hieraus in den einzelnen Reſultaten entſteht, iſt bedeutend, weil das Gewicht der Pferde gegen die Laſt, welche ſie ziehen, nicht unbeträchtlich iſt.

Drittens iſt die Anſtrengung, welche Zugthiere bergauf machen müſſen, um eine größere Zugkraft hervorzubringen, ſtärker, als die Zugkraft ſelbſt. Dieſer Umſtand liegt in dem Bau des Körpers der Thiere. Ein Pferd bringt dadurch ſeine Zugkraft hervor, daß es ſich nach vorn überlehnt, damit ſein Schwerpunkt vor ſeine Unterſtützung falle. In der zu dieſem Ueberlehnen und dem Fortbewegen ſeines Körpers nöthiger Anwendung der Muskelkraft, beſteht die Anſtrengung die es machen muß, um zu ziehen. Auf ſchräger Bahn muß es ſich aber, etwa um den Winkel der die Bahn mit dem Horizont macht, ſtärker überlegen, als auf horizontaler Straße für die nemliche Zugkraft. Alſo iſt iſt ſeine Anſtrengung auf ſchräger Bahn, zur Hervorbringung der nemlichen Zugkraft ſtärker, als auf wagerechter Straße. Dieſer Unterſchied der Anſtrengung der Zugthiere iſt ebenfalls nicht unbedeutend. Die beiden letzten Umſtände müſſen daher auch nothwendig um ſo mehr in Rechnung kommen.

Eine Auseinanderſetzung der Art, wie dieſe Modifikationen in Rechnung zu bringen ſind mittelſt des Calculs, würde hier zu weit führen, hier auch nicht recht am Platze

ſeyn; wir kommen weiter unten darauf zurück. Sie kann aber auch hier um ſo eher unberückſichtigt gelaſſen werden, da, wie bemerkt, die Reſultate, auf welche es hier ankommt, von denen der obigen einfachen, allgemein verſtändlichen Rechnung nicht abweichen. Die Reſultate ſind folgende:

Neigung der Straße gegen den Horizont.	Geſammte nothwendige Anſtrengung der Zugthiere, um 240 Zentr. bergauf zu ziehen. Auf einer Chauſſee.	Auf einer Eiſenbahn.	Alſo auf der Eiſenbahn weniger.	Es werden daher an der Zugkraft gegen die auf der Chauſſee erſpart.
0 od. horizont.	1100 Pfd.	110 Pfd.	900 Pfd.	90 Prozent.
1 auf 240	1263 =	230 =	1033 =	$81^9/_{11}$ =
1 = 120	1440 =	360 =	1080 =	75 =
1 = 72	1703 =	553 =	1150 =	$67^1/_2$ =
1 = 48	2084 =	834 =	1250 =	60 =
1 = 36	2538 =	1168 =	1370 =	54 =
1 = 24	3771 =	2074 =	1697 =	45 =
1 = 18	5775 =	3547 =	2228 =	$38^1/_2$ =

Die Tafel zeigt, daß der Betrag der Zugkraft ſelbſt auf der Chauſſee, wie auf der Eiſenbahn, ſo wie ihr Unterſchied, von demjenigen, welchen die obige kürzere Rechnung gab, überall und ſogar bedeutend abweicht, indem z. B. die Erſparung an Zugkraft keineswegs überall 9 Ztr. beträgt, ſondern ſogar bis über 20 Ztr. ſteigt. An den obigen Beiſpielen der horizontalen Straße und der von 1 auf 240, 120 und 24 ſteigenden aber ſieht man, daß das Verhältniß der Zugkraft auf der Eiſenbahn zu derjenigen auf der Chauſſee in der obigen Tafel, mit den oben gefundenen genau übereinſtimmt; die Erſparung iſt hier, wie dort, in den erwähnten Fällen reſp. 90, $81^9/_{11}$, 75 und 45 Prozent. Wenden wir das Obige zuvörderſt auf Betrachtungen an, die den Bau einer jeden Eiſenbahn, beſonders wenn ſie, wie es gewöhnlich der Fall iſt, von Privaten unternommen wird, nothwendig vorausgehen müſſen. — Die Reſultate der obigen Rechnungen ergeben nun, daß man möglicher Weiſe

Digitized by Google

zu einem ſehr von der Wahrheit abweichenden und dem Unternehmungs-Kapital einer Eiſenbahn ungemein gefährlichen Ergebniß gelangen könnte, wenn man ſchließen wollte, es werde, weil die Erſparung an Transportkraft und folglich an Transportkoſten, auf einer horizontalen Eiſenbahn 90 Prozent von den Transportkoſten auf einer Chauſſee beträgt, das nemliche überhaupt Statt finden. Wenn man auf ſolche Weiſe, nachdem die Transportkoſten auf der Chauſſee berechnet worden ſind, (was, wenn eine Chauſſee ſchon vorhanden iſt, aus der Frequenz und den üblichen Frachtkoſten, mit Berückſichtigung des Gewinnes der Fuhrleute, ganz gut angeht), annehmen wollte, daß 90 Prozent dieſer Koſten auf der Eiſenbahn weniger nöthig ſeyn werden, und dann die Unternehmung der Eiſenbahn beſchließen wollten, ſobald ſich findet, daß die 90 Prozent der Transportkoſten, nächſt den Erhaltungs-, Verwaltungs- und Amortiſations-Koſten des Anlagekapitals, gute Zinſen, etwa von 5 bis 6% gewähren: ſo könnte es in der That kommen, daß ſich, nachdem die Eiſenbahn gebaut worden iſt, ſtatt 5 oder 6 Prozent, nur 2 oder 3 Prozent ergeben. Denn die Erſparung an den Transportkoſten kann, wie die Tabelle zeigt, von 90 Prozent auf weniger als die Hälfte herabſinken. Aber auch ſelbſt nicht bis zu 1 auf 18, oder 1 auf 24 darf das Gefälle der Straße ſteigen, um bis zu der Hälfte der Zinſen herab zu kommen, ſondern es kann ſich, weil die Erhaltungs- und Verwaltungskoſten die nemlichen bleiben, ergeben, daß ſchon bei einem weit geringern Gefälle die Zinſen ſehr ſchlecht ausfallen. Dieſes letzte wird ſich am beſten an einem Beiſpiel zeigen laſſen.

Es betragen die Frachtkoſten auf irgend einer Straße, nach Abzug des Gewinnes der Fuhrleute 10,000 Rthlr. jährlich auf eine Meile; ſo beſtände der Gewinn für die Eiſenbahn, nach dem Satze berechnet, daß durch dieſelbe 90 Prozent der Transportkoſten durch die Chauſſee erſpart werden, in 9000 Rthlr. jährlich. Die Anlagekoſten für eine Meile Eiſenbahn wollen wir, wie es bei günſtigem Terrain der Fall

iſt, zu 120,000 Rthlr. annehmen. Veranſchlagt man nun die Erhaltungskoſten zu 2000 Rthlr. und die Verwaltungskoſten zu 1000 Rthlr. jährlich, ſo bleiben noch 6000 Rthlr. reiner Ueberſchuß, welcher zu den Zinſen und zu dem Amortiſationsfond 5% giebt. Iſt aber die Straße nicht horizontal, ſondern hat ſie ein Gefälle von 1 : 24, ſo werden nicht 90, ſondern nur 45% der Transportkoſten und im vorliegenden Beiſpiel nicht 9000, ſondern nur 4500 Rthlr. und bei den nemlichen Erhaltungs- und Verwaltungskoſten, nur 1¼% des Anlagekapitals an Zinſen und Amortiſationsfonds erzielt. Der Abhang der Straße braucht aber auch gar nicht ſo ſtark zu ſeyn (1 : 24, oder 6 Zoll auf die Ruthe), ſondern ſelbſt ſchon ein viel geringeres Gefälle giebt ſchon ein ſchlechtes Reſultat. Ja ſelbſt ſchon ein Gefäll von 1 : 120 (1⅕ Zoll auf die Ruthe), wie es ſelbſt in den ebenſten Gegenden, fern von allen Gebirgen häufig iſt, reducirt die Erſparung an Transportkoſten durch die Eiſenbahn auf 75%, auf 7500 Rthlr. und es bleiben nach Abzug der Erhaltungs- und Verwaltungskoſten nur 4500 Rthlr. übrig, was nur 3¾ Prozent Verzinſung und Amortiſations-Fonds giebt.

Hieraus folgt denn deutlich, daß man ſich durch jene Art zu rechnen, nämlich durch Vernachläßigung einer nähern und ſpeziellern Berückſichtigung der Abhänge der Bahn, gar ſehr täuſchen könne, und daß es in der That ganz unmöglich iſt, aus der bloßen Frequenz und den üblichen Frachtkoſten auf einer vorhandenen Chauſſee mit irgend einiger Sicherheit auf die Erfolge und den Ertrag einer Eiſenbahn zu ſchließen.

Man kann zwar zunächſt einwenden, daß der Transport der Laſten faſt niemals nur bergauf ſtatt finde, daß manche Straßen, z. B. von Gruben nach Flüſſen und Kanälen ꝛc. in der Regel bergab gingen, Straßen von größerer Länge aber in der Regel abwechſelnde Gefälle hätten und daß in ſolchen Fällen die Erſparung an Transportkraft auf der Thalfahrt, die Zulage an Kraft bei der Bergfahrt mehr oder weniger kompenſire. Jedoch gereicht die Thalfahrt einer Eiſenbahn durchaus nicht in dem Maaß zum Vortheil, wie

einer Chauſſee, nur bei einem ſehr geringen Gefälle findet dieſer Vortheil unbedingt ſtatt; denn es läßt ſich behaupten, daß in der Regel die abwechſelnde Thalfahrt der Bergfahrt bei einer Eiſenbahn, keinesweges gleich vortheilhaft gegenüberſtehe, wie bei einer Chauſſee, ſondern es ſey vielmehr die Erſparung an den Transportkoſten auf der Thalfahrt ſehr weit entfernt, die Zuſchüſſe für die Bergfahrt zu compenſiren, und man muß, um ſicher zu gehen, vielmehr wirklich beinahe auf fortwährende Bergfahrt rechnen. Nur allein, wenn die Gefälle ſehr gering ſind, findet bei Eiſenbahnen eine Kompenſation ſtatt; von dergleichen geringen Gefällen läßt ſich aber überhaupt nichts Nachtheiliges behaupten.

Um aber dieſe allgemeinen Aeußerungen zu rechtfertigen, müſſen wir wieder erſt etwas näher auf die Art und Eigenthümlichkeit der Eiſenbahnen eingehen.

Wir haben oben geſehen, daß die Reibung der Radachſen in den Büchſen und der Radfelge auf den Schienen zuſammen ungefähr den 240ſten und auf den Chauſſeen ungefähr den 24ſten Theil der Laſt der Fuhrwerke und ihrer Ladung beträgt; deßgleichen daß die Kraft, welche nöthig iſt, eine Laſt eine ſchiefe Ebene hinauf zu ziehen, den eben ſo vielten Theil der Laſt ausmacht, wie die Steigung der Fläche von ihrer Länge. Daraus läßt ſich unmittelbar ſchließen, daß, ſo bald eine Eiſenbahn ſtärker abfällt als 1 auf 240 und einer Chauſſee ſtärker als 1 auf 24, die Fuhrwerke mit ihrer Ladung von ſelbſt herabrollen werden; denn die zum Heraufziehen einer Laſt nöthige Kraft iſt es, welche die Laſt bergauf treibt, und folglich wird ſich die Laſt wirklich von ſelbſt bergab bewegen, ſobald jene Kraft ſtärker iſt als der Widerſtand, den die Reibung der Achſen in den Büchſen und der Radfelgen auf der Bahn, dem Herabrollen entgegenſetzt. Die obigen Bedingungen des Herabrollens der Fuhrwerke auf Eiſenbahnen und Chauſſeen durch das eigene Gewicht, beſtätigt auch wirklich die Erfahrung. –

Es folgt nun weiter, daß, ſo lange der Abhang einer Eiſenbahn weniger beträgt, als 1 auf 240, und der Abhang

einer Chauſſee weniger als 1 auf 24: daß dann, weil das Gewicht der Fuhrwerke ſelbige bergab treibt, und dieſer Trieb der Zugkraft bei der Thalfahrt nicht entgegenwirkt, ſondern ihr zu Hülfe kommt, durch den Abhang der Bahn eine wirkliche und weſentliche Erſparung an der Transport=kraft und an den Transportkoſten erlangt wird, obgleich dieſer Gewinn gleichwohl noch keineswegs ſo groß iſt, als es beim erſten Anblick ſcheinen mag; denn die Zugthiere, wenn ſie auch gar nicht zu ziehen brauchen, müſſen doch wenigſtens noch ihren Weg durchlaufen, und die Koſten ihrer Erhaltung, während der Zeit, die ſie dazu gebrauchen, ſind nicht viel geringer, als in dem Falle, wenn ſie ſich ihrer Kraft zu bedienen haben.

Ganz anders aber verhält es ſich, ſobald der Fall der Straße ſtärker iſt als reſp. 1 auf 240 und 1 auf 24. Alsdann entſteht ein Ueberſchuß der aus dem Fall der Bahn herrührenden Kraft, welche die Fuhrwerke thalwärts treibt, über den Widerſtand der Reibung; und der Wirkung dieſes Ueberſchüſſes der Triebkraft dürfen die Fuhrwerke nicht ohne Weiteres überlaſſen werden; denn er würde ſie, nicht mit gleichbleibender, ſondern mit zunehmender Geſchwindigkeit forttreiben, und wenn der Abhang lang wäre, würde die Geſchwindigkeit bald ſo groß werden, daß die Zugthiere und die Fuhrwerke beſchädigt werden könnten, wie es Jedem ſchon von ſehr ſteilen Chauſſee bekannt iſt. Die Fuhrwerke müſſen alſo alsdann gehemmt werden; aber dieſes Hemmen kann ſo genau nicht geſchehen, daß es gerade nur den Trieb des Gewichts der Fuhrwerke Thalwärts aufhebt; es muß ſtärker ſeyn, als dieſer Trieb; und folglich iſt alsdann den=noch wieder Kraft zum Fortziehen der Wagen nöthig. Min=deſtens aber wird dieſe Kraft nicht geringer nöthig ſeyn, als auf horizontaler Bahn, und folglich iſt ein Abhang von mehr als reſpektive 1 auf 240 und 1 auf 24 nicht mehr als vortheilhaft bei der Thalfahrt, ſondern nur höchſtens der horizontalen Lage der Straße gleich zu achten. Aber auch dieſes kaum, oder doch nur da, wo der Abhang ent=

Digitized by Google

weder nur eben 1 auf 240 und 1 auf 24, oder doch nur ſehr wenig mehr beträgt. Denn ſchnell nimmt die Triebkraft des Gewichts der Fuhrwerke zu; ſehr bald iſt Gefahr beim Herabfahren vorhanden; die Hemmung muß alſo zur Vorſicht noch ſtärker ſeyn, und bedeutend ſtärker, als ſtrenge genommen nothwendig iſt. Den Ueberſchuß der Hemmung zu überwinden, erfordert aber Zugkraft und folglich nimmt mit dem Abhange eigentlich nicht die Erſparung an Zugkraft zu, ſondern ab, und die Vermehrung deſſelben iſt bei der Thalfahrt dem Transporte nicht mehr förderlich, ſondern nachtheilig, in dem Maaße, daß ſie ſogar der Bergfahrt bald gleich geachtet werden muß. Der Abhang darf weiter nur noch wenig zunehmen, ſo iſt die Thalfahrt, nach den bisherigen Erfahrungen, ohne beſondere Vorrichtungen, mit dem bloßen Hemmen, gar nicht mehr möglich; dergleichen beſondere Verrichtungen erhöhen aber wieder den Betrag des Anlage-Kapitals bedeutend und ändern folglich die ganze Rechnung.

In dieſem Punkte iſt nun aber die Eiſenbahn, beſonders für die Thalfahrt, gegen eine Chauſſee weſentlich im Nachtheil. Eine Chauſſee mit einem Abhang von 1 auf 18, oder von 8 Zoll auf die Ruthe, kann bei Hemmung ſehr füglich mit Laſt bergab befahren werden. Keineswegs aber darf eine Eiſenbahn ein ſolches Gefälle bekommen; ein Abhang von 1 auf 72 iſt, wie die Erfahrung gezeigt hat, das Maximum, welches eine Eiſenbahn ohne beſondere Vorrichtung bekommen darf und ſelbſt dann iſt beim bloßen Hemmen ſchon Gefahr vorhanden, und man darf nicht gut über 1 auf 96 hinausgehen.

Auch bei der Bergfahrt ſind Eiſenbahnen mit ſtarken Abhängen gegen Chauſſeen mit einem eben ſo ſtarken Gefälle weſentlich im Nachtheil. Auf einer Chauſſee nemlich, mit 1 auf 24 Gefälle, iſt bergauf erſt doppelt ſo viel Zugkraft nöthig, als auf einer horizontalen Straße. Zu dieſer Verdoppelung der Anſtrengung ſind die Zugthiere, wenn anders der Abhang nicht etwa zu lang iſt, noch fähig, ohne daß

Digitized by Google

Vorſpann nöthig wäre; und das um ſo mehr, da ſie auf dem folgenden bergab führenden Abhange wieder an Kraft ſparen und ſich erholen können. Auf der Eiſenbahn dagegen erfolgt die Verdoppelung der Zugkraft ſchon bei einem Gefälle von 1 auf 240. Beträgt der Abhang 1 auf 120, ſo iſt ſchon die dreifache Zugkraft nöthig, bei 1 auf 80 Abhang ſchon die vierfache, bei 1 auf 60 Abhang ſchon die fünffache Zugkraft. Für alle ſtärkere Abhänge als 1 auf 240 und höchſtens 1 auf 160, muß alſo nothwendig Vorſpann genommen werden, welches die Transportkoſten mehr oder weniger bedeutend erhöhet. Alſo liegt auch hierin ein Grund gegen ſtärkere Gefälle der Eiſenbahnen und es folgt, daß wenn das Terrain durchaus ſtärkere Abhänge erfordert, andere, beſondere Vorrichtungen rathſam und erforderlich ſind, um die Höhen zu erſteigen und zu überſteigen.

Nach den bisherigen Erfahrungen, ſind die dazu erforderlichen Mittel kurz folgende: Erſtlich. Man treibe, wenn auf ein ſtarkes Steigen des Terrains nahe bei ein ungefähr gleich hohes Fallen folgt, alſo wenn die Straße über einen nur ſchmalen Terrain-Rücken führt, horizontal, oder doch nur mit geringem Gefälle, eine Tageſtrecke (Tunnel) durch den Rücken und lege in denſelben die Bahn.

Zweitens. Man ſetze, im gleichen Falle, auf den Gipfel des Rückens eine feſtſtehende Dampfmaſchine, oder ein Roßwerk und dergleichen, und laſſe von denſelben die Laſten den Rücken hinaufziehen und ſie auf der andern Seite, von der Maſchine gegen das Hinabgleiten feſtgehalten, wieder hinabrollen, wobei, wenn es thunlich, auch die hinabfahrenden Laſten dem Heraufziehen der bergauf führenden Wagen zu Hülfe kommen können.

Drittens. Man terraſſire den Abhang, wenn er höher iſt; d. h. man baue die Eiſenbahn ſtufenweis hinauf, und zwar ſo lang als möglich beinahe horizontal; darauf eine geneigte Ebene (Rampe) von etwa 1 auf 30 Abhang; darauf wieder ſo lang als möglich die Bahn horizontal; hierauf wieder eine Rampe, u. ſ. w., bis zum Gipfel. Oben

Digitized by Google

auf jede Rampe wird eine Dampfmaſchine geſetzt, welche die Fuhrwerke hinaufzieht und ſie hinabfahren läßt.

Viertens. Man erſteige den Abhang mit der Eiſenbahn durch Verlängerung derſelben, mit Krümmungen von ſehr großen Halbmeſſern, und zwar ſo, daß die verlängerte Bahn nur noch denjenigen Abhang behält, welcher ohne Vorſpann erſtiegen werden kann, und auf welchem, unter dem Schutze der bloßen Hemmung, die Laſten hinabrollen können.

Fünftens. Man mache durch die Unebenheiten Einſchnitte, mit horizontalem, oder doch nur wenig abhängendem Boden, und lege in dieſelben die Bahn. Die Erde aus den Einſchnitten kann zugleich zu den Dämmen dienen, die vielleicht nöthig ſind, um, mit dem verminderten Gefälle, Vertiefungen des Terrains zu paſſiren, die auf die Anhöhen folgen.

Das erſte Mittel iſt offenbar ungemein koſtbar und ſeine Benutzung ſehr beſchränkt. Zu lange unterirdiſche Wege, ſelbſt wenn die Koſten nicht in Betracht kommen, würden jedenfalls für die Reiſenden höchſt unangenehm ſeyn; auch können eigenthümliche Terrain-Hinderniſſe das Mittel unanwendbar machen. Da aber hauptſächlich die Koſten in Betracht kommen und dieſe offenbar ſehr groß ſind, ſo wendet man dieß Mittel nur wenig und in ſeltenen Fällen an, z. B. wenn der zu durchſchneidende Terrain-Rücken ſehr hoch und dabei nur ſchmal iſt, oder wenn eigenthümliche Umſtände und Hinderniſſe, z. B. das Dazwiſchenliegen einer Stadt, ſteiler Klippen und dergleichen, keine andern Mittel zulaſſen.

Das zweite Mittel, einen Terrain-Rücken zu überſteigen, ſcheint ſich zwar, beſonders dann, wenn das Gewicht der hinabfahrenden Wagen mit zum Bergaufziehen der hinauffahrenden benutzt werden kann, ſehr zu empfehlen. Aber einestheils iſt ſeine Anwendung nur wiederum ſehr beſchränkt, weil es, wenn die Abhänge einige hundert Ruthen, höchſtens 600 Ruthen, lang ſind, wegen der Länge des Seiles, welches die Wagen ziehen und halten muß, nicht mehr anwend-

Digitized by Google

bar iſt; anderntheils iſt auch dieſes Ueberſteigen eines Rückens ebenfalls nicht wenig koſtbar, ſowohl im Bau, als für den Transport ſelbſt. Man rechnet, der Erfahrung nach, daß auf dieſe Art das Ueberſteigen einer Höhe von etwa 150 Fuß ſo viel koſtet, als der Transport auf 1 Meile horizontaler Eiſenbahn.

Von dem dritten Mittel, wo es an die Stelle des zweiten treten muß, oder ſoll, gilt noch im ſtärkern Maaß, was ſo eben von dem zweiten geſagt worden. Es iſt ebenfalls ungemein koſtbar.

Das vierte Mittel iſt offenbar das natürlichſte; es erfordert keine künſtlichen Maſchinerien, die bekanntlich auch noch ihre eigenthümlichen Schwierigkeiten in dem Mangel an Leuten zur Anordnung, Erhaltung und Bedienung ſolcher zuſammengeſetzten Vorrichtungen haben; auch iſt es faſt überall anwendbar. Aber es iſt ebenfalls koſtbar und dieß noch um ſo mehr, da man, weil die Verlängerung einer Straße nicht ohne Krümmungen möglich iſt, wiederum, insbeſondere dieſer Krümmungen wegen, wäre es auch thunlich, ihnen überall ſehr große Halbmeſſer zu geben (was aber wenigſtens wieder die Koſten erhöhen wird) den Abhang nothwendig, wenigſtens auf längeren Straßen, ſo weit vermindern, alſo die Straße verhältnißmäßig in dem Maaße verlängern muß, daß bei der Thalfahrt das Uebergewicht des Triebes der Laſten bergab über die Reibung der Wagen denſelben keine zu große Geſchwindigkeit beibringen kann; denn ohne dieſe Beobachtung entſteht immer, eben aus den Krümmungen, für die Thalfahrt große Gefahr, ſobald man nicht immerfort hemmen und dadurch viele Kraft verlieren, ſondern die natürliche Kraft der Schwere benutzen will. Die Eiſenbahn von St. Etienne nach Lyon z. B. liegt größtentheils auf einem fortlaufenden Abhange. Sie hat nur ſehr mäßige Gefälle, von 1 bis 1½ Zoll auf die Ruthe, von welchen man zum Theil die Wagen durch ihr eigenes Gewicht herabrollen läßt; aber ſie hat viele Krümmungen. Bekanntlich nun hört man nur zu oft von Unglücksfällen

auf dieſer Straße, und dieſe kommen daher, daß die Wagen, wenn ſie zu ſtark in den Zug gekommen ſind, in den Krümmungen über die Schienen ſpringen, oder ſonſt beſchädigt werden. Man wird es alſo nicht wagen dürfen, einer Eiſenbahn auf längeren Abhängen (und durch die Verlängerung der Bahn werden die Abhänge ſchon für mäßige Höhen lang) mehr als 1 bis 1½ Zoll Gefälle auf die Ruthe zu geben. Und da nun eine Chauſſee an ſolchen Stellen ſchon füglich 6 Zoll Gefälle auf die Ruthe würde bekommen dürfen, ſo folgt, daß die Eiſenbahn wenigſtens viermal ſo lang nöthig iſt, als die Chauſſee. Man ſieht aber wie ſehr hierdurch die Anlage-Koſten und folglich auch die Transport-Koſten erhöhet werden müſſen; denn obgleich die zum Emporheben der Laſten nöthige Zugkraft für die ganze Höhe die nemliche bleibt, die Bahn mag ſtark oder ſchwach ſteigen, ſo bleibt doch nicht die andere, zur Ueberwindung der Reibung nöthige Zugkraft die nemliche, ſondern wächſt vielmehr im Verhältniß der Länge der Straße; denn es iſt klar, daß auf die vierfache Länge viermal ſo viel Transportkraft und Transportkoſten nöthig ſind, als die einfache Länge.

Das fünfte Mittel endlich iſt dasjenige, welches insbeſondere für ſehr ebene Gegenden paßt, wo es keine bedeutenden Anhöhen und Berge, ſondern nur kleine Ungleichheiten des Bodens giebt. Aber die unvermeidliche Nothwendigkeit der Anwendung dieſes Mittels in ſolchen Fällen iſt gerade eine der Haupturſachen, weshalb Eiſenbahnen meiſtens ſo ſehr viel theurer ſind, als Chauſſeen. Ihre großen Koſten liegen nemlich keineswegs in denen der Eiſenſchienen allein, ſondern öfters eben ſo ſehr in der Bedeutenheit der unvermeidlich nothwendigen Dammarbeiten, deren faſt immer und faſt ohne Ausnahme, bei weitem mehr nothwendig ſind, als zu Chauſſeen. Natürlich ſind auch weit mehr Dammarbeiten nöthig, um ein Terrain ſo zu reguliren, daß der Straßendamm nirgend mehr als 1 bis 1½ Zoll Gefälle auf die Ruthe bekommt, als wenn, wie bei der Chauſſee, 4, 6 bis 8 Zoll, und ein beliebiger Wechſel von Steigen und Fallen zuläßig

iſt. Freilich kommt eigentlich die hieraus entſtehende Koſtbarkeit der Eiſenbahnen bei der Erwägung der gegenwärtigen Frage, in wiefern man davon abſtrahiren müſſe, die Transportkoſten auf einer Eiſenbahn ſo zu berechnen, als wäre ſie horizontal, und ob nicht vielmehr die Transport-Koſten ſo zu ſchätzen ſeyen, als ſteige die Bahn fortwährend, nicht in Betracht, indem vorausgeſetzt wird, die größere Koſtbarkeit der Eiſenbahnen werde bei der Zinſenberechnung des Anlage-Kapitals doch ſchon berückſichtigt. Indeſſen iſt der Umſtand nicht zu überſehen, daß die Koſtbarkeit der Dammarbeit bei der Anwendung des fünften Mittels bald ungeheuer ſteigt, ſo wie das Terrain ſchwierig wird. So iſt z. B. das Terrain zwiſchen Berlin und Potsdam ſehr günſtig und die Anhöhen, über welche ſich die vorhandene Chauſſee, gegen Potsdam hin, zieht, ſollen von der Eiſenbahn gänzlich umgangen werden; gleichwohl wird die Dammarbeit auf die Meile gegen 20,000 Thlr. koſten, blos weil Anhöhen zu durchſchneiden und Vertiefungen von 20 und mehrere Fuß hoch und tief zu durchdämmen ſind, die man außerdem kaum bemerken würde. Zu der Eiſenbahn von Antwerpen nach Brüſſel und Lüttich, auf Köln zu, wo das Terrain ebenfalls ſehr eben und günſtig iſt, ſteigen die Koſten der Dammarbeiten von etwa 7000 Rthlr. bis auf 93,000 Rthlr. auf die Meile. Nur näher nach Antwerpen zu, wo der Boden, wie in Holland, faſt waſſergleich eben iſt, finden die geringeren Koſten ſtatt. Zur Eiſenbahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter haben die Dammarbeiten im Durchſchnitt beinahe 200,000 Rthlr. auf die Meile gekoſtet, obgleich das Terrain keineswegs bergig und hügelig, ſondern vielmehr noch zu dem ebenern zu rechnen iſt. Man muß ſich alſo wenigſtens vor der Meinung hüten, als ſeyen die zur Verminderung der Transportkraft und der Transportkoſten unumgänglich nothwendigen ſchwachen Gefälle einer Eiſenbahn, ſelbſt in ſcheinbar ſehr ebenem Terrain, ohne großen Koſtenunterſchied herzuſtellen, oder auch es ließen ſich dieſe Koſten nach der bloßen Anſicht des Terrains auch nur einigermaßen richtig ſchätzen.

Digitized by Google

Es iſt gewiß ſelbſt dem geübteſten Ingenieur völlig unmög-lich, aus einer bloßen Anſicht der Gegend, ohne vorherige Ausmeſſung und Abwägung der Straßenlinie, auch nur zu ſagen, ob die Dammarbeiten 10, oder 20, oder 30, oder 50tauſend Thaler, oder noch mehr auf die Meile koſten werde. Die Koſten für die Schienen, Schienenſtühle, Stein- und ſonſtigen Unterſtützungen, ſind ziemlich gleichförmig; ſie betragen in Deutſchland, Belgien, Frankreich und England zwiſchen 60 bis 80 tauſend Thaler für eine deutſche Meile einfacher Bahn. Gleichwohl ſchwanken die geſammten Koſten einer Eiſenbahn von 100 bis 800 tauſend Thalern, von welchem ungeheuren Unterſchiede nur etwa 80 bis 100 tauſend Thaler darauf kommen, ob nur eine einfache, oder eine doppelte Bahn genommen wird. Die Haupturſachen des ſo ſehr großen Unterſchieds liegen in der Verſchiedenheit der Koſten der Dammarbeiten, des Terrains, der Brücken und in andern lokalen Verhältniſſen; und ſelbſt nicht einmal in der Verſchiedenheit der Dinge in verſchiedenen Ländern. So folgt denn auch offenbar, daß es unmöglich iſt, auch denjenigen Theil der Anlage-Koſten, welche zur Herſtellung der zu einer gewiſſen Gleichförmigkeit der Transportkoſten nöthigen Gleichförmigkeit der Bahnabhänge erfordert wird, und welcher, weil die Zinſen davon bei der Unternehmung berechnet werden müſſen, eben ſowohl in Betracht kommt, als bei den Transportkoſten das Gefälle der Bahn, vorher, ohne nähere Ausmeſſung, auch nur mit irgend einiger Sicherheit, zu ſchätzen.

Aus dem Obigen folgt nun zunächſt, daß auf Eiſenbahnen die Erſparung an Transportkoſten auf der Thalfahrt gegen diejenigen auf horizontaler Bahn, niemals etwa den bei der Bergfahrt nöthigen Zuſchuß an Koſten zu denen auf der horizontalen Bahn, vollſtändig kompenſiren können, ſondern daß nur einzig und allein dann, wenn der Abhang der Bahn nicht bedeutend ſtärker iſt, als derjenige, auf welchem die Wagen durch ihr eigenes Gewicht herabrollen; alſo nur dann, wenn der Abhang nicht mehr als höchſtens 1 auf etwa

144, oder etwa 1 Zoll auf die Ruthe beträgt, überhaupt eine Erſparung bei der Thalfahrt Statt finde, die indeſſen weil die Zugthiere gleichwohl ſich ſelbſt mit den Laſten noch fortbewegen müſſen, wenn es auch ohne daß ſie ziehen geſchieht, niemals die Transportkoſten für ſolche fallende Strecken auf Null reduzirt, ſo daß die Erſparung niemals den Transportkoſten auf horizontaler Bahn, auf die gleiche Länge, gleich kommen kann. In allen andern Fällen ſind mehr Transportkraft und Transportkoſten nöthig, als auf horizontaler Bahn.

Ferner zeigt ſich, daß der Zuſchuß an Kraft für die Bergfahrt ſehr ſchnell und ſtark zunimmt, ſo wie die Gefälle nur einigermaßen das oben bezeichnete Maaß überſchreiten, und zwar viel ſtärker als auf Chauſſeen. Auf einem Abhange von 1 auf 240 beträgt, wie die oben mitgetheilte Tabelle anzeigt, der Ueberſchuß für die Bergfahrt ſchon etwa eben ſo viel, als die Transportkraft ſelbſt auf horizontaler Bahn; denn es ſind 230 Pfd. Zugkraft ſtatt der 110 auf der horizontalen Bahn, alſo 120 Pfd. mehr nöthig; bei 1 auf 120 Abhang beträgt der Ueberſchuß ſchon mehr als doppelt ſo viel; bei 1 auf 72 Abhang ſchon viermal ſo viel u. ſ. w. während es ſich auf der Chauſſee, wie in der Tabelle die daneben ſtehenden Zahlen zeigen, ganz anders verhält, nemlich die Zunahme des Ueberſchuſſes viel geringer iſt.

Es folgt alſo, daß auf Eiſenbahnen, auch dann, wenn ſie abwechſelnd ſteigen oder fallen, auf die ganze Länge derſelben, nemlich eben ſo wohl auf den fallenden, als auf den ſteigenden Straßen, mehr Transportkraft nöthig iſt, als auf horizontaler Bahn, ſobald die Gefälle der Bahn ſtärker ſind, als etwa 1 Zoll auf die Ruthe; daß man alſo keinesweges etwa annehmen darf, die Erſparung an Zugkraft auf den fallenden Straßen kompenſire den Zuſchuß auf den ſteigenden, ſondern daß man, ſobald die Gefälle ſtärker ſind, als 1 Zoll auf die Ruthe, wirklich wie ſchon oben angedeutet, eher ſo rechnen muß, als ſteige die Bahn fortwährend. Und um Gefälle, die für Chauſſeen noch praktikabel ſind,

Digitized by Google

und ſogar Erſparung an Zugkraft gewähren würden, auf die für Eiſenbahnen paſſenden geringern Fälle zu reduziren, iſt wiederum jedenfalls eine ſehr bedeutende Erhöhung der Anlage=Koſten nöthig.

Es folgt alſo, daß um in dem einzigen Falle, wenn eine Eiſenbahn, eben ſowohl wie eine Chauſſee, entweder ganz horizontal liegt, oder, abwechſelnd ſteigend und fallend ohne länger ſeyn zu dürfen, wie die Chauſſee, Gefälle bekommen kann, die weniger als etwa 1 Zoll auf die Ruthe betragen, die Transportkraft und die Transportkoſten auf derſelben ohne weiteres mit einiger Gewißheit aus denen auf der Chauſſee gefunden werden können; daß hingegen in allen andern Fällen die Schätzung der Transportkoſten auf der Eiſenbahn aus denjenigen auf der Chauſſee ohne nähere Meſſung und Berechnung im Allgemeinen ganz unmöglich iſt, und daß, wenn man ſie etwa nach demjenigen Verhältniſſe, welches zwiſchen horizontalen Chauſſeen und horizontalen Eiſenbahnen wirklich Statt findet, berechnen wollte, das Reſultat ſehr weit von der Wahrheit abweichen und daß es kommen kann, daß am Ende von dem erwarteten Ertrage und den Zinſen des Anlagekapitals nur die Hälfte und ein ſelbſt noch viel geringerer Theil wirklich erzielt wird; wie ſolches ſchon oben angedeutet iſt, hier aber nun näher ſich gezeigt hat.

So verhält es ſich mit der gleich Anfangs in dieſem Kapitel erwähnten Vorausſchätzung des zu erwartenden Ertrags einer Eiſenbahn, aus den Koſten der Transportkraft auf einer vorhandenen Chauſſee entnommen, wenn ſie ohne Sonderung des zur Ueberwindung der Reibung nöthigen Theils der Transportkraft von demjenigen geſchieht, welcher auf das Emporheben der Laſt kommt.

Aber was bis hierher aus einander geſetzt worden, reicht auch zugleich hin, um einzuſehen, daß auch die andere, oben erwähnte Vorausſetzung des Gewinnes an Transportkoſten durch die Eiſenbahn möglicherweiſe ſehr weit von der Wahrheit entfernt bleiben kann. Es iſt nemlich zwar

Digitized by Google

vollkommen richtig, daß an demjenigen Theile der Transportkraft, welcher zur Ueberwindung der Reibung der Radachſen in den Büchſen und der Radfelgen auf einer Chauſſee nothwendig iſt, durch die Eiſenbahn ohngefähr 90 Prozent, nimmer, und in allen Fällen, die Bahn mag horizontal liegen, oder ſteigen, oder fallen, erſpart wird; aber offenbar findet dieſe Erſparung nur dann ſtatt, wenn beide Arten von Straßen gleich lang ſeyn können, welches nunmehr eine neue Berückſichtigung iſt, oder wenn bei der Eiſenbahn, von gleicher Länge, nicht etwa beſondere Vorrichtungen nöthig ſind, deren die Chauſſee nicht bedarf; denn iſt die Eiſenbahn 2, 3, 4 mal ſo lang nöthig, ſo iſt auf ihr offenbar auch die 2, 3, 4fache Transportkraft, folglich ſind ſtatt 10 Prozent, 20, 30, 40 Prozent von der Transportkraft auf der Chauſſee nothwendig, und folglich werden nicht immer 90, ſondern nur noch 80, 70, 60 Prozent erſpart; zugleich aber erhöhen ſich die Anlagekoſten auf das 2, 3 und 4fache. Der Gewinn nimmt alſo ſehr ſtark ab. Sind beſondere Vorrichtungen nöthig, deren die Chauſſee nicht bedarf, ſonſt ohne eine weitere Verlängerung der Straße, wie Tageſtrecken, Rampen, oder auch hohe Dämme und tiefe Einſchnitte, ſo nimmt der Gewinn wieder dadurch ab, daß die Anlagekoſten höher ſteigen; und da dieſe Erhöhung ſehr bedeutend ſeyn kann, ſo kann die Verminderung des erwarteten Ertrags wiederum ſehr groß ſeyn. Verlängerungen der Straße, oder beſondere Vorrichtungen, ſind aber wirklich nöthig, ſobald das Terrain ſtärkere Abhänge hat, als etwa 1 Zoll auf die Ruthe, die anderſeits die Chauſſee, bis zu 6 und 8 Zoll auf die Ruthe, noch nicht ohne weiteres unpraktikabel machen: alſo findet eine Verminderung des ohne Rückſicht darauf berechneten Ertrags und Gewinnes nothwendig immer ſtatt; und zwar kann dieſelbe ſehr bedeutend ſeyn.

Es folgt alſo, daß auch die zu Anfang dieſes Kapitels erwähnte Vorausſchätzung des Gewinnes durch eine Eiſenbahn wiederum nur allein dann mit einiger Sicherheit ſtatt findet, wenn das Terrain entweder ganz horizontal iſt, oder

Digitized by Google

doch keine ſtärkeren Abhänge als etwa 1 Zoll auf die Ruthe hat. In allen andern Fällen kann das Reſultat der Schätzung wiederum ſehr bedeutend von der Wahrheit abweichen, und es kann wiederum kommen, daß von den erwarteten Anlage-Kapitalszinſen in der Wirklichkeit nur ein kleiner Theil erzielt wird.

Wir haben bis jetzt überall angenommen, daß der Transport der Laſten auf Eiſenbahnen durch Pferdekraft geſchehen ſolle. Wir haben alſo nun auch noch die Benutzung der Dampfkraft zur Fortbewegung von Laſten auf Eiſenbahnen zu berückſichtigen. Ehe aber darüber geſprochen wird, dürfte es nöthig ſeyn, den Einfluß näher zu erwägen, den die Vergrößerung oder Verminderung der Geſchwindigkeit der Fahrten auf die Transportkoſten hat.

Man berückſichtigt dieſen Einfluß, der ſehr groß iſt, im Allgemeinen wohl zu wenig, und es iſt ſogar die Meynung ziemlich verbreitet, oder es wird doch wenigſtens ſtillſchweigend vorausgeſetzt, daß die Vermehrung der Geſchwindigkeit der Fahrten entweder keinen, oder doch nur einen wenig merklichen Einfluß auf die Erhöhung der Transportkoſten habe. Vielleicht wird man zu dieſer Meynung durch die alltägliche Bemerkung veranlaßt, daß, wenn z. B. einmal Pferde vor einen Wagen geſpannt ſind, ſie nur ſtärker angetrieben werden dürfen, um den Wagen geſchwinder fortzuſchaffen, ohne daß dadurch unmittelbar gerade mehrere Koſten entſtänden. Allein dieſe Meynung iſt, ſobald von Fuhrwerk in Maſſe, und auf die Dauer die Rede iſt, welches dann nothwendig ſo hat angeordnet werden müſſen, daß die vorhandene und bezahlte Kraft der Thiere, oder auch die des Dampfes, ſchon in demjenigen vollen Maaße in Anſpruch genommen wird, welches der Erhaltung und vortheilhafteſten Benutzung der Zugkraft auf die Dauer angemeſſen iſt, durchaus irrig. Das nemliche Geſetz, welches bekanntlich, im Allgemeinen, für alle Maſchinen ohne Ausnahme gilt: daß ſich die Kraft umgekehrt, wie die Geſchwindigkeit verhält, oder, was daſſelbe iſt, daß, um die 2, 3, 4fache Geſchwin-

Digitized by Google

digkeit der gleichen Maſſe mitzutheilen, die 2, 3, 4fache Kraft nothwendig iſt, gilt vielmehr auch zuverläßig nicht blos für Maſchinen, ſondern auch ſelbſt für organiſche und für die Wirkung aller nur möglichen Kräfte, welches auch ihre Art, und wie verwickelt auch ihre Benutzung ſeyn mag. Man kann auch für die Fortſchaffung der Laſten auf Straßen als ganz allgemeines Geſetz annehmen, daß, um eine gleiche Laſt mit der 2, 3, 4fachen Geſchwindigkeit fortzubewegen, ſey es durch Pferde oder durch Dampf, am Ende auch gerade die 2, 3, 4fache Kraft und die 2, 3, 4fachen Koſten der Transportkraft unvermeidlich nothwendig ſind. Wie weit nun das Reſultat dieſer Regel von demjenigen der Meynung, als ſey zur Verſtärkung der Geſchwindigkeit der Fahrt nur wenig Zulage zu den Transportkoſten erforderlich, zum Nachtheile und zur Täuſchung bei den auf irgend eine dergleichen Meynung geſtützte Vorausberechnungen, abweiche, fällt in die Augen.

Doch wir müſſen die Richtigkeit der obigen allgemeinen Regel zu beweiſen ſuchen. Durch einfache Schlüſſe ſich Rechenſchaft davon zu geben und von ihrer Naturgemäßheit ſich zu überzeugen, iſt leicht. Man erwäge nemlich Folgendes: Geſetzt, eine gewiſſe Zugkraft, Pferde oder Dampf, vermöge 24 Ztr. Laſt, auf irgend einer, z. B. 4 Meilen langen Straße, in irgend einem Wagen, in 1 Stunde 1 Meile weit fortzuziehen. Am Anfange der erſten Meile ſey eine große Menge zu transportirender Laſt angehäuft; am Anfange der zweiten Meile ebenfalls eine große Maſſe Laſt; am Anfange der dritten Meile gleichfalls; auch am Anfange der vierten Meile; ſo wie am Ende der vierten Meile. Nun ſey ferner am Anfange jeder der vier Meilen eine der oben beſchriebenen gleiche Transportkraft bereit, den Transport zu beginnen. Jetzt erfolge der Transport wirklich: ſo wird jede Transportkraft ihre 24 Ztr. 1 Meile weit fortrücken, und zwar alles zugleich, in einer und derſelben Stunde. Die Wirkung hiervon wird aber offenbar ſeyn, daß ſich, nach Ablauf der Stunde, am Anfange der erſten Meile 24 Ztr. Laſt weniger befinden, als vorher, und am Ende der vierten Meile 24 Ztr. Laſt mehr. Es wer-

Digitized by Google

den alſo effektive 24 Ztr. Laſt in der einen Stunde durch die ganzen 4 Meilen, vom Anfange der erſten bis zum Ende der letzten Meile, alſo 4 Meilen weit fortgerückt ſeyn: ob die nemlichen 24 Ztr., um die ſich die am Anfange der erſten Meile aufgehäufte Laſt vermindert haben oder nicht, iſt offenbar gleichgültig; denn wenn die Bewegung weiter fortdauert, ſo gelangt am Ende gleichwohl, und zwar nach derſelben Regel, alle Laſt vom Anfange der erſten Meile nach dem Ende der letzten. Nun koſten aber die vier bereit ſtehenden Transportkräfte offenbar viermal ſo viel, als die einfache Transportkraft, welche im Stande iſt, 24 Ztr. in 1 Stunde 1 Meile weit fortzuſchaffen; alſo folgt: daß es nothwendig viermal ſo viel koſten wird, 24 Ztr. in 1 Stunde 4 Meilen weit fortzuſchaffen, als 1 Meile weit. Aehnlich verhält es ſich offenbar, wenn ſtatt 4 Meilen eine andere Zahl von Meilen angenommen wird. Da nun aber ferner zugleich vorausgeſetzt werden muß, daß jede der nach dem obigen Beiſpiel bereit ſtehenden 4 Transportkräfte ſchon alles Mögliche leiſte, was von ihr, ihrer Natur nach, mit Rückſicht auf ihre vortheilhafte Benutzung und Erhaltung auf die Dauer, nur verlangt werden kann; ſo folgt, daß auch dann, wenn ſtatt vier bereit ſtehender Transportkräfte nur eine vorhanden und es anders möglich wäre, daß durch dieſelbe die nemlichen 24 Ztr. in der einen Stunde, ſtatt mittelſt der erſten, durch die ganzen 4 Meilen fortgeſchafft würden: daß auch dann dieſe letzte Wirkung nothwendig eben ſo viel koſten werde, als die vier einzelnen vorhin bereit geſtellten Transportkräfte: alſo viermal ſo viel, wenn die gleiche Laſt in einer Stunde 4 Meilen weit fortgeſchafft wird, oder mit der vierfachen Geſchwindigkeit, als wenn die Laſt nur 1 Meile weit, oder nur mit der einfachen Geſchwindigkeit fortgebracht wird. Denn koſtete jenes weniger, ſo wären nicht die einzelnen Transportkräfte ſo angeordnet geweſen, daß ihre Wirkung die möglichſt vortheilhafteſte ſey; gegen die Vorausſetzung. Es folgt alſo, nothwendig und unter allen Umſtänden, daß, um eine Laſt mit der 2, 3, 4fachen Geſchwin-

digkeit fortzuſchaffen, auch die 2, 3, 4fachen Transportkoſten erforderlich ſeyen, als beim Transport der nemlichen Laſt mit der einfachen Geſchwindigkeit.

Dieſe Schlüſſe ſind ſo ſicher, wie es der Satz ſelbſt iſt. Aber man wird vielleicht verlangen, daß auch die Erfahrung über die Behauptung befragt werde. Die Benutzung der Dampfkraft zum Transport von Laſten iſt noch zu neu, als daß hinreichende, vergleichende Beobachtungen, die zur Beurtheilung nöthig ſeyn würden, vorhanden wären. Aber über die Wirkung und die Koſten der Pferdekraft hat man einige Beobachtungen im Großen angeſtellt und wir wollen ſehen, was dieſelben ergeben. Man hat die Leiſtungen der Pferde für drei verſchiedene Geſchwindigkeiten beobachtet, nemlich: die der langſam ſich bewegenden Frachtpferde, der Pferde vor Eil-Frachtwagen und der vor den franzöſiſchen und engliſchen Diligencen im ſtärkſten Trabe laufenden Pferde. Die erſte Art von Frachtpferden können, wenn ſie von fünf Tagen einen ruhen, mit 1000 Ruthen oder $\frac{1}{2}$ Meile Geſchwindigkeit in der Stunde, täglich 9 Stunden ziehen, alſo ihre Laſt $4\frac{1}{2}$ Meile weit fortſchaffen und ihre Zugkraft beträgt 1 Ztr. Die zweite Art von Pferden können, wenn ſie von 4 Tagen einen ruhen, mit etwa 2400 Ruthen oder $1\frac{1}{5}$ Meile Geſchwindigkeit in der Stunde täglich 3 Stunden ziehen, alſo 7200 Ruthen zurücklegen und ihre Zugkraft beträgt dann noch 70 Pfd. Die dritte Art von Pferden können, wenn ſie von 3 Tagen einen ruhen, mit etwa 4250 Ruthen oder $2\frac{1}{8}$ Meile Geſchwindigkeit in der Stunde, täglich $1\frac{1}{2}$ Stunde ziehen und folglich 6375 Ruthen zurücklegen. Ihre Zugkraft beträgt noch $42\frac{2}{3}$ Pfund. Dieſe Reſultate ſind Mittelzahlen vieler Beobachtungen an Pferden von verſchiedener Kraft und Ausdauer und unter der Bedingung der vortheilhafteſten Erhaltung und Benutzung der Thiere auf die Dauer. Die Zugkräfte ſind direkt mit dem Dynamometer und zwar mit dem Pendel-Kraftmeſſer, gemeſſen. Um nun vergleichende Reſultate zu ziehen, müſſen, auch noch die Koſten der Erhaltung der Pferde und ihrer Führer, oder des

Digitized by Google

Fuhrwerks überhaupt, ermittelt werden. Dieß kann, da es nur auf Vergleichungen, nicht auf abſolute Zahlen ankommt, nach mittlern Preiſen geſchehen. Zwar ſind die Erhaltungskoſten der drei verſchiedenen Arten von Pferden nicht ſehr verſchieden, weil die Fütterung derſelben ziemlich dieſelbe iſt; aber doch immer um etwas, weil ſchnell laufende Pferde ſchon in der Regel ſelbſt theurer ſind, als gewöhnliche Frachtpferde, auch die Führung bei der ſchnellen Fahrt etwas mehr koſtet. Man kann folgendes an jährlichen Koſten annehmen.

	Erſte Art der Pferde.	Zweite Art der Pferde.	Dritte Art der Pferde.
Dienſtzeit	6 Jahre.	5 Jahre.	4 Jahre.
Zur Wieder-Aufſammlung der Anſchaffungskoſten	21 Rthlr.	35 Rthlr.	60 Rthlr.
An Futter 6 Berliner Metzen Hafer täglich, thut 137 Berl. Scheffl. jährlich zu 1 Rthlr. .	137 =	137 =	137 =
50 Ztr. Heu jährlich, à 1 Rthlr.	50 =	50 =	50 =
6 Schock Bunde Stroh zu 6 Rthlr.	36 =	36 =	36 =
Für den Beſchlag jährl.	36 =	36 =	36 =
Erhaltungs- und Erneuerungskoſten des Geſchirres und Stallgeräthes	8 =	10 =	12 =
Lohn des Kutſchers . .	120 =	132 =	144 =
Erhaltungs- und Erneuerungskoſten der Kleidung deſſelben . .	8 =	10 =	12 =
Erhaltungs- und Erneuerungskoſten der Stallung	10 =	10 =	10 =
Zuſammen	426 Rthlr.	456 Rthlr.	497 Rthlr.

Digitized by Google

Dieſes giebt nun zuſammengenommen mit den obigen Daten, in der Ueberſicht Folgendes:

	Geſchwindigkeit des Pferdes in der Stunde.	Täglicher Dienſt.	Täglicher Weg.	Zugkraft.	Das Pferd ruhet 1 Tag von	Das Pferd koſtet jährlich zu erhalten.	Der Zentner Zugkraft koſtet auf 1 Meile.	
No.	Ruthen.	Stund.	Ruthen.	Pfund.	Tagen	Rthlr.	gGr.	Pfgl.
1.	1000	9	9000	110	5	426	7	9
2.	2400	3	7200	70	4	456	17	8
3.	4250	$1^1/_2$	6350	$42^2/_3$	3	497	31	10

In der letzten Rubrik dieſes Täfelchens ſind ſogleich die Reſultate angegeben. Man findet ſie wie folgt. Das Pferd Nro. 1. z. B. hat in 5 Tagen einen Ruhetag, alſo 73 Ruhetage jährlich, folglich 292 Arbeitstage jährlich. An jedem Arbeitstage legt es $4^1/_2$ Meile mit ſeiner Laſt zurück, folglich während eines Jahres 1314 Meilen. Das Pferd koſtet jährlich 426 Rthlr., alſo koſtet ſeine Zugkraft auf die Meile $^{426}/_{1314}$ Rthlr., oder $7^3/_4$ gute Groſchen. Die Zugkraft beträgt hier gerade 1 Ztr.: alſo koſtet der Ztr. Zugkraft, mit 1000 Ruthen Geſchwindigkeit in der Stunde $7^3/_4$ Groſchen, wie es in der letzten Rubrik angegeben iſt. Auf ähnliche Weiſe ſind die beiden andern, in der letzten Rubrik angegebenen Reſultate gefunden.

Dieſe Reſultate zeigen nun ſchon beim erſten Anblick, daß ſich die Koſten gleicher Zugkräfte, nemlich eines Zentners Zugkraft für die verſchiedenen Geſchwindigkeiten in der That ungefähr wie dieſelben verhalten; denn die Geſchwindigkeiten von N. 2 und 3 ſind $2^2/_5$ und $4^1/_4$mal ſo groß, als von N. 1 und ungefähr eben ſo verhalten ſich auch die Koſten.

Alſo beſtätigt auch die Erfahrung allerdings, wenigſtens für die Pferdekraft, den obigen allgemeinen Satz: daß die nemliche Laſt mit 2, 3, 4facher Geſchwindigkeit zu transportiren, 2, 3, 4mal ſoviel koſtet, als mit der einfachen Geſchwindigkeit. Für die Dampfkraft wird ſich, wenn erſt

Digitized by Google

hinreichende Beobachtungen über ihre Wirkung und Erfolge werden gemacht ſeyn, wahrſcheinlich ebenfalls nichts anderes als die Beſtätigung dieſes allgemeinen Satzes ergeben.

Zu erinnern iſt kaum übrigens nöthig, daß nicht etwa unbedingt, auch mit verſchiedenartigen Transportkräften, dieſelbe Laſt 2, 3, 4mal ſo geſchwind fortzubringen, 2, 3, 4mal ſoviel koſten müſſe, als mit der einfachen Geſchwindigkeit; daß alſo z. B. 24 Ztr. durch Dampfkraft 4 Meilen in der Stunde fortzuſchaffen, nicht etwa nothwendig ſo viel koſten müſſen, als durch Pferdekraft 1 Meile in der Stunde. Hier hängt das Verhältniß offenbar von den eigenthümlichen Koſten der beiden verſchiedenen Kräfte ab, die, von einer Art zur andern, ſehr ungleich ſeyn können. Der Satz heißt nur: Dieſelbe Laſt mit derſelben Art von Kraft, ſey es Pferdekraft oder Dampfkraft u. ſ. w., mit der 2, 3, 4fachen Geſchwindigkeit zu transportiren, koſtet nothwendig 2, 3, 4mal ſo viel, als der Transport mit der einfachen Geſchwindigkeit.

Aus dieſem allgemeinen Satze ziehen wir nun folgende, bei der Vorausberechnung der Erfolge und des Ertrages einer Eiſenbahn-Unternehmung nothwendig zu berückſichtigende Bemerkungen.

Man glaube nemlich ja nicht, daß, da eine Eiſenbahn ſo glatt iſt, und die Laſten darauf mit ſo großer Leichtigkeit fortgezogen werden können, die Zugkraft, wenn ihr ſchon die angemeſſene Ladung zugetheilt worden iſt, dieſe Laſt auch leicht noch geſchwinder werde fortzuſchaffen vermögen, ſo daß dadurch vielleicht noch ein neuer, überſchüſſiger Gewinn zu erzielen ſey. Hat einmal die Zugkraft, für eine beſtimmte Geſchwindigkeit, ihre volle, richtige Ladung erhalten; ſo kann die Geſchwindigkeit keineswegs ohne neue Koſten vermehrt werden, und zwar ſteigen die Koſten um nichts Geringeres als im Verhältniß der Geſchwindigkeit ſelbſt. Soll die Geſchwindigkeit vermehrt werden, ſo können von der Zugkraft, in umgekehrtem Verhältniſſe, nur noch weniger Laſt fortgebracht werden. Es würde alſo eine große Täu-

Digitized by Google

ſchung ſeyn, wenn man etwa glauben wollte, ein Dampfwagen, der, einmal angefeuert, eine gewiſſe, gehörig abgemeſſene Laſt 2 Meil. weit in der Stunde fortzuziehen vermag, werde etwa, mit ein wenig mehr Feuerung, die nemliche Laſt auch wohl 4 Meilen in der Stunde fortzuziehen im Stande ſeyn. Dieſes iſt, wenn auch vielleicht in vereinzelten Fällen richtig, ſo doch auf die Dauer, und in Maſſe, gewiß nicht der Fall; und die Erfahrung wird es, wie ſchon geſagt, ohne Zweifel auch bei der Dampfkraft noch ausdrücklich beſtätigen, daß, wenn man z. B. ſtatt 2 Meilen 4 Meilen in der Stunde mit derſelben Laſt fortkommen will, gerade die doppelten Koſten nöthig ſind. Eben ſo bei Pferden.

Hieraus folgt dann weiter, daß es Verſchwendung ſey, wenn man ſehr große Transport-Geſchwindigkeiten, für welche ſich Eiſenbahnen, und beſonders Dampfwagen in Verbindung mit denſelben ſo vorzüglich eignen, auch für Gegenſtände Statt finden läßt, wo ſie entweder unnütz ſind, oder wo doch ihr Nutzen nicht mit den Koſten im Verhältniß ſteht. Ein Paſſagier, der 4 Meilen in der Stunde fortgeſchafft ſeyn will, muß, nach Billigkeit und Recht 4mal ſo viel dafür bezahlen, als wenn er ſich mit 1 Meile in der Stunde begnügt, da Fälle eintreten können, daß er doch noch Vortheile dadurch erlangt. Auch bei manchen Waaren und andern Gegenſtänden der Fracht, kann dieß Statt finden, allein bei weitem bei den meiſten ſchweren Laſten, wie Holz, Kohlen, Getreide, Steine, Eiſen u. ſ. w., wird es ſchwerlich ſo ſeyn. Es folgt alſo, daß Unternehmer von Eiſenbahnen gar ſehr übel thun, und zu ihrem ſehr großen Nachtheil und Verluſt nehmen, wenn ſie, ohne Unterſcheidung, durch die große Geſchwindigkeit des Transports, zu welcher Eiſenbahnen ſich eignen, ihren Gewinn an derſelben ſuchen und zu erlangen glauben. Haben ſie nicht die volle Gewißheit, daß die ungewöhnliche Transport-Geſchwindigkeit auch wirklich für alle Waaren, die ſie transportiren wollen, denjenigen großen Werth habe, der im Verhältniß der Geſchwindigkeit ſelbſt ſteht, und gern bezahlt wird; ſo mögen

Digitized by Google

ſie ja den Vortheil nicht in der Transport-Eile ſuchen, ſondern bei der geringern Geſchwindigkeit ſtehen bleiben, und nur den Transport ſo wohlfeil zu liefern trachten, als es möglich iſt. Es kann freilich ſeyn, daß wenn mit Dampfkraft gefahren wird, ungleiche Geſchwindigkeiten nicht wohl Statt finden können, wegen des Begegnens und Ausweichens der Fuhrwerke und daß alſo, wenn ſich ergeben hat, daß die große Geſchwindigkeit für die Reiſenden wirklich vortheilhaft iſt, und gern bezahlt wird, die übrigen Laſten deßhalb nun ebenfalls mit gleicher Eile fortgetrieben werden müſſen, wie es z. B. auf der Liverpool-Mancheſter-Eiſenbahn der Fall iſt; allein man muß nur nicht glauben, es werde dadurch, daß man ſie ohne verhältnißmäßige Erhöhung der Transport-Preiſe mit fortfährt, wirklich derjenige Gewinn erzielt, der erlangt werden könnte, wenn man ihnen blos eine vortheilhafte und angemeſſene Geſchwindigkeit gäbe.

Freilich läßt ſich nicht unbedingt ſagen, daß es überhaupt unmöglich ſey, den Transport der Frachten ohne Koſtenerhöhung zu beſchleunigen. Denn, wenn z. B. der Verkehr auf einer Straße ſo regelmäßig, ſo beſtimmt zugemeſſen, und ſo bedeutend iſt, daß ſich Relais legen laſſen, auf welchen die Pferde, hin- und zurückgehend, mit ihrer vollen Kraft, und ohne unnöthige Ruhezeit, in Thätigkeit geſetzt werden können, während ihnen zugleich, indem ſie einander abwechſeln, die nothwendige Ruhe bleibt; ſo iſt es allerdings möglich, ſchon mit der gewöhnlichen Geſchwindigkeit der Frachtpferde, von 1000 Ruthen in der Stunde, die Frachten ſtatt 4½ Meilen weit, wie es mit einerlei Pferden geſchieht, durch Tag und Nacht, 12 Meilen weit, ohne Koſtenerhöhung, fortzubringen. Sollen aber dieſelben Pferde eine Laſt ſtatt 4½, auch nur 6 Meilen weit täglich fortziehen, ſo muß die Laſt im Verhältniß nothwendig geringer ſeyn und die Koſten werden nothwendig ſteigen. Bei der Anwendung der Dampfkraft finden Relais nicht wohl Statt, und folglich iſt hier der Gewinn größerer Geſchwindigkeit ohne Erhöhung der Koſten um ſo weniger nöthig.

Digitized by Google

Man glaube auch nicht etwa, daß die große Geſchwindigkeit den Dampfwagen gleichſam natürlich ſey und daß durch eine geringere Geſchwindigkeit dieſer Fortſchaffungs-Maſchinen keine Erſparung zu erzielen ſey. Wenn nur die Dampfmaſchine darnach eingerichtet wird, ſo iſt es faſt gewiß, daß z. B. die Fortſchaffung der nemlichen Laſt durch einen Dampfwagen, der nur 1 Meile in der Stunde zurücklegt, auch nur den vierten Theil ſo viel koſten wird, als durch einen Dampfwagen, der ſich 4 Meilen in der Stunde fortbewegt.

Die Frage, ob es auf einer Eiſenbahn, die man zu bauen beabſichtigt, vortheilhafter ſeyn werde, Pferde zur Zugkraft zu nehmen, oder Dampf, läßt ſich durch bloße Vergleichung der Preiſe der Kohlen gegen die in der Gegend anderer Bahnen, wo man ſich der Dampfkraft bedient, eben ſo wenig entſcheiden, als ſich z. B. aus der bloßen Vergleichung der Frequenz der zu erwartende Ertrag der Eiſenbahn im Voraus ſchätzen läßt.

Die Abhänge der Straße haben zunächſt auf das Erforderniß an Transportkraft bei Dampfwagen noch mehr Einfluß, als bei Pferden; ſchon weil das mit auf die Abhänge hinaufzuhebende Gewicht der Dampfwagen ſelbſt, im Verhältniß zur fortbewegten Laſt bedeutender iſt, als bei Pferden. Ein Pferd, welches etwa 5 Ztr. wiegt, zieht auf der Eiſenbahn wenigſtens 200 Ztr. fort, und wiegt alſo nur den 40ſten Theil ſeiner Fracht. Ein Dampfwagen von 30 Pferden Kraft, der etwa 1500 Ztr. fortzieht, wiegt wenigſtens 220 Ztr., alſo etwa den 7ten Theil ſeiner Fracht. Auch iſt der Vorſpann auf ſtarken Abhängen, aus einem mit dieſem Umſtande zuſammenhängenden Grunde, bei der Dampfkraft, für dieſelben Koſten weniger wirkſam, als bei Pferden; desgleichen ſind überhaupt etwas ſtärkere Abhänge, zur Erſparung an Länge der Eiſenbahn, bei Pferden eher möglich, als bei Dampf, ſo daß auch die Rampen mit feſtſtehenden Dampfmaſchinen bei Pferden etwas mehr vermieden werden können, als beim Dampf. Ferner können die Bahnſchie-

Digitized by Google

nen, wenn mit Pferden gefahren werden ſoll, ſchwächer ſeyn, als bei Dampfwagen, weil der Dampfwagen, der nothwendig ſehr ſchwer ſeyn muß, damit ſeine Räder auf den Schienen nicht gleiten, wegfällt; und was noch bedeutender iſt: auch die Fundamentirung der Schienen iſt weniger ſtark nöthig, beſonders für gewöhnliche, mäßige Geſchwindigkeiten; denn wenn auch unter einem Wagen von mäßiger Geſchwindigkeit hie und da ein Schienentragſtein ſich niederdrückt, was leicht zu verbeſſern iſt, ſo entſteht daraus noch keine Gefahr für die Paſſage, wie bei großen Geſchwindigkeiten; welches alles, den Vortheil vermindernd, den die Dampfkraft in dieſem oder jenem Falle verſprechen mag, in Rechnung kommt.

Sodann kommt es darauf an, welche Geſchwindigkeit des Transports nach den beſondern örtlichen Verhältniſſen am vortheilhafteſten befunden werden muß. Beſteht der Verkehr auf der Straße vorzüglich in dem von dem von Reiſenden, ſo kann es ſeyn, daß die Dampfkraft entſchieden den Vorzug hat, ſelbſt wenn die Kohlen theurer ſind und die Zugkraft an ſich ſelbſt mehr koſtet, als die gleiche Kraft der Pferde; und zwar insbeſondere deshalb, weil die Geſchwindigkeit, die ſich mit Pferden erreichen läßt, enger begrenzt iſt, nemlich, wie bekannt, nicht gut bis über 2 Meilen auf die Stunde getrieben werden kann, während wie die Erfahrung lehrt, Geſchwindigkeiten von 4 Meilen und noch mehr, in der Stunde, durch Dampfkraft wirklich hervorzubringen ſind. Jedoch frägt es ſich dann wieder, ob die Frachten etwa ſo unbedeutend ſind, daß ſie ſich ohne Schaden mit der Geſchwindigkeit des Perſonen-Fuhrwerks, deren ſie eigentlich nicht bedürfen, fortſchaffen laſſen; oder ob aus der Verſchiedenheit der Geſchwindigkeiten beim Begegnen und dem einander Uebereilen der Wagen nicht etwa Hinderniſſe und Gefahren für die Paſſage erwachſen; oder ob auf den Transport der Frachten ganz verzichtet werden könne; oder ob wirklich ohne alle Gefahr für die Paſſage verſchiedene Geſchwindigkeiten auf der Bahn ohne Nachtheil Statt finden können: nemlich ob der Verkehr ſo ſtark ſey, daß die Zinſen der

Digitized by Google

Koſten einer doppelten Bahn herauskommen, die übrigens nicht gerade doppelt ſo groß ſind, als die einer einfachen Bahn, ſchon weil die Ausweichſtellen bei einer einfachen Bahn ſehr beträchtliche Koſten machen können, welche bei der doppelten Bahn zum großen Theil wegfallen. Iſt der Verkehr mit Frachten auf einer Eiſenbahn gegen den mit Paſſagieren überwiegend, ſo frägt es ſich wieder, ob für die größere Maſſe der Frachten die gewöhnliche Geſchwindigkeit hinreichend, oder ob eine Verſtärkung derſelben nothwendig ſey, und ob vielleicht eine mittlere Geſchwindigkeit, wenn keine Verſchiedenheit füglich praktikabel iſt, für Waaren und für Reiſende zugleich die vortheilhafteſte iſt.

Wird aber eine große Geſchwindigkeit auf einer Eiſenbahn, auf welcher etwa der Verkehr vorzüglich in dem von Paſſagieren beſteht, vortheilhaft befunden, ſo darf man ja nicht vergeſſen, daß durch die große Geſchwindigkeit, der Erfahrung nach, wiederum ſowohl die Eiſenbahnen, als die Dampfwagen, ſehr leiden, die dann beide mehr Erhaltungskoſten erfordern. Die Gerüchte von den Verwüſtungen, welche die große Geſchwindigkeit, beſonders der ſchweren Laſten, auf der Liverpooler Bahn anrichtet, ſind bekannt, und die Thatſache iſt nicht zu läugnen, obgleich die Nachrichten davon theils übertrieben werden, theils die Größe des Schadens in einem beſondern Umſtande ſeinen Grund hat, ſo daß noch keineswegs folgt, daß der Schaden auf andern Eiſenbahnen eben ſo groß ſeyn werde. Die Liverpooler Bahn iſt nemlich urſprünglich zum Theil gar nicht für Dampfkraft gebaut worden, ſondern für Pferde, alſo weniger ſtark als nöthig geweſen wäre. Man hat die Schienen nicht allein durch zu kleine Steine, ſondern ſogar blos durch ſchwache Querhölzer und zum Theil durch bloße Klötze unterſtützt; und daher kommt es, daß ſehr bedeutende Beſchädigungen nicht aufhörten und nicht eher aufhören können und werden, bis nach und nach die Bahn durch die Ausbeſſerungen ſelbſt hinreichende Stärke erhalten haben wird. Solche Beſchädigungen werden alſo nicht Statt finden, wenn man einer neuen Eiſenbahn,

Digitized by Google

gleich vom Anfang an, die erforderliche Stärke giebt. Die Zerbrechlichkeit der Dampfwägen, und die vielen und koſtbaren Reparaturen an denſelben, die den Gegnern der Dampfſuhrwerke Anlaß geben, gegen die Benutzung der Dampfkraft zum Transport überhaupt zu proteſtiren, iſt allerdings ebenfalls Thatſache; aber theils ſind die Nachrichten davon wiederum übertrieben, theils hat die Beſchädigung der Dampfwagen ebenfalls mit ihren Grund in der Schwäche der Bahn und wird ſich vermindern, wenn dieſelbe erſt verſtärkt ſeyn wird. Wäre indeſſen wirklich die Dauer der Dampfwagen jetzt verhältnißmäßig noch gering, ſo liegt darin noch kein Grund, etwa einem Transportmittel ganz zu entſagen, welches in Rückſicht auf die Geſchwindigkeit, Wirkungen hervorbringt, die bisher auf keinem andern Wege zu erlangen waren und welches eigentlich unſchätzbar iſt; vielmehr im Gegentheil ein Antrieb, ferner um Vervollkommnung dieſer Maſchine ſich zu bemühen, welchem Antriebe man auch glücklicherweiſe, beſonders in England, wirklich folgt.

Hat ſich nun gefunden, daß auf einer zu erbauenden Eiſenbahn, die gewöhnliche Geſchwindigkeit oder doch wenig mehr nach den örtlichen Umſtänden die vortheilhafteſte ſeyn werde, weil nemlich der einzelne Verkehr etwa in ſchweren Frachten beſteht, von einer Art, daß die Eil des Transports ohne weſentlichen Nutzen iſt, wie z. B. wenn vorzüglich Kohlen, Holz, Metalle, Getreide und dgl. zu transportiren ſind; ſo ſcheint es zwar beim erſten Anblick, daß hier Pferdekraft entſchieden beſſer ſeyn werde, als Dampfkraft; indeſſen folgt ſolches noch nicht mit Gewißheit, ohne wirklichen Ueberſchlag der Koſten; und blos allgemeiner Schätzungen, von vorhandenen andern Fällen ausgehend, können wieder auf Irrthümer führen. Fände ſich z. B., daß die Pferdekraft um etwas wohlfeiler ſey, als es die Dampfkraft für große Geſchwindigkeiten ſeyn würde, ſo folgt daraus noch keineswegs, daß die Dampfkraft auch für geringere Geſchwindigkeiten theurer ſeyn werde, ſondern es läßt ſich eher nach dem allgemeinen Satze, daß ſich die Transportkoſten umgekehrt

Digitized by Google

wie die Geſchwindigkeiten verhalten, vermuthen, die Dampfkraft werde wohlfeiler ſeyn. Wir kommen auf die Leiſtungen verſchiedener Dampfwagen auf verſchiedenen Bahnen zurück.

Ueberall läßt ſich auch hier, bei der Frage, ob man Pferde oder Dampfkraft benutzen ſolle, nur nach wirklicher und zwar näherer Berechnung urtheilen, niemals nach blos allgemeiner Schätzung und nach allgemeiner Vergleichung mit den Erfolgen in andern, vorhandenen Fällen. Und auch dieſe Berechnung iſt wieder nicht eher mit Sicherheit möglich, als bis die Straßenlinien ausgemittelt und ihre Länge, nebſt ihren verſchiedenen Abhängen, wirklich ausgemeſſen iſt.

Drittes Kapitel.

Von der Beſchaffenheit, Anfertigung, Prüfung und Unterſtützung der Schienen.

Rinnen-Schienen (plate rails).

Die gußeiſernen Schienen hatten urſprünglich die Geſtalt einer Rinne oder eines halben Falzes, in welchem die Räder liefen, die Engländer nannten ſolche Straßen Trame-road; wir nennen ſie auch deutſche Schienenwege, B. Fig. 1 u. 3. Sie ſind ſehr häufig in England angewendet worden, beſonders in den ſüdlichen und mittleren Grafſchaften. In Süd-Wales, wo ſehr viele Schienenwege liegen, ſieht man ſie noch jetzt ſehr häufig, denn obwohl man ſich hinlänglich von den Vortheilen der engliſchen oder Stabſchienenwege überzeugt hat, ſo hält es doch ſchwer, neue Anlagen dieſer Art auf dieſe Weiſe vorzurichten, weil man dadurch den Vortheil verliert, ſie mit den ſchon vorhandenen in Verbindung zu ſetzen. Dieſe Schienen beſtehen nur aus Gußeiſen und nie ſind ſie aus Stabeiſen angefertigt worden.

Digitized by Google

Die Schienen wurden auf Querhölzern vermittelſt Nägeln mit verſenkten Köpfen befeſtigt oder vermittelſt Vorſprüngen an den Enden. Auch legte man ſie auf Steine C. Fig. 1 und befeſtigte ſie auf denſelben mittelſt ſtarker Nägel, die in hölzerne Pflöcke getrieben wurden, welche Löcher in den Steinen ausfüllten. Die Nägelköpfe ſind in den Schienen verſenkt.

Dieſe gußeiſernen Schienen waren gewöhnlich 34 bis 36 Zoll lang und hatten in der Regel einen horizontalen platten Theil, B. Fig. 2, von 3 bis 4 Zoll Breite und ohngefähr 1 Zoll Stärke, mit einem ſenkrechten, nach oben vorſtehenden Rande A von 1½ bis 2 Zoll Höhe, der in der Mitte der Länge der Schienen vielleicht noch einmal ſo hoch war, als an den Enden, auch zuweilen, jedoch ſelten, noch unten einen ſenkrecht, vorſpringenden Rücken C. 2 bis 3 Zoll in der Mitte hoch und ſich nach den Enden der Schienen zu verlaufend, hatte.

Auf dem horizontalen Theil liefen, wie man aus Fig. 1 erſieht, die Räder; der obere Rand hielt ſie ab, die Räder zu verlaſſen. Er befand ſich auf der innern Seite der Schienen, um die etwa von den Füßen der Pferde in Bewegung geſetzten Steinchen von den Schienen abzuhalten; der untere Rand diente blos zur Verſtärkung der Schienen.

Die Schienen wurden gewöhnlich mit ihren Enden ſtumpf zuſammengeſtoßen. An jedem Ende einer Schiene war ein rechtwinklicher Einſchnitt, welcher gegen den der folgenden Schiene paſſend, ein viereckiges Loch bildete, durch welches man einen Nagel trieb, der nur auf dieſe Weiſe je zwei Schienen zugleich auf dem Tragſteine feſthielt. Der Kopf des Nagels wurde in den horizontalen Theil der Schiene verſenkt.

Die Fig. 3 bis 5 zeigen eine andere Art und Weiſe die Rinnen-Schienen auf den Tragſteinen ohne Nägel zu befeſtigen und mit einander zu verbinden, welche ſich durch die Leichtigkeit mit der die Schienen hingelegt und weggenommen werden können, auszeichnet, welches bei der vorhin

Digitized by Google

angegebenen Art, einige Schwierigkeiten hat. Fig. 4 iſt ein Längendurchſchnitt zweier auf ihre Tragſteine (Stone blocks oder Sleepers) C. D. E. liegenden Schienen; und Fig. 3 ein Grundriß derſelben. Zwei Schienen ſtoßen durch einen Ausſchnitt in der einen und durch einen darein paſſenden Vorſprung in der andern zuſammen und an jeden iſt ein ſchiefer Zapfen gegoſſen, der in den Tragſtein eingelaſſen wird. Um aber die Schienen leicht aufnehmen zu können, iſt alle 90 Fuß ein ſenkrechter Zapfen vorhanden, wie bei C. Fig. 4. Fig. 5 zeigt das Ende einer Schiene mit einem Zapfen, der in den Einſchnitt der nächſten Schiene paßt, ſo wie mit einem ſchief ſtehenden Zapfen D. Derſelbe iſt oben an der Schiene 1$^3/_4$ und an ſeinem Ende 1 Zoll ſtark, ſo wie 2$^1/_2$ Zoll lang. — H iſt der ſenkrechte Rand, I der horizontale Theil der Schiene, auf welcher die Räder laufen, K ein Vorſprung, der den Zweck hat, daß die Schienen feſter auf den Tragſteinen liegen. Die Schwere einer ſolchen Schiene beträgt 42 Pfund.

Die Breite einer ſolchen Bahn betrug 2$^1/_4$ bis 4$^3/_4$ Fuß. Der Weg zwiſchen den beiden Schienenreihen wurde chauſſirt, wie Fig. 1. zeigt, oder gepflaſtert.

Nach den Verſuchen von Wood beträgt die Reibung auf gut gelegten Rinnenſchienen den 196ſten Theil der Laſt. Der Durchmeſſer der Axe der Wagen iſt der 14te Theil des Durchmeſſers der Räder.

In neuerer Zeit ſind die Rinnenſchienen völlig aus dem Gebrauch gekommen, weil ſich in den Falz derſelben Staub, Moder und Näſſe feſtſetzt, was die Reibung vermehrt und die Zerſtörung der Schienen beſchleunigt; weßhalb es auch nicht nöthig iſt; hier länger dabei zu verweilen. Gleichwohl haben dieſe Schienen den weſentlichen Vorzug, daß die Bahnwagen auf jedem andern Wege fahren können.

Stabſchienen (edge rails).

Wegen der mehrfachen Uebelſtände der Rinnenſchienen, iſt man ſeit lange darauf gefallen, den Schienen eine rücken=

Digitized by Google

förmige, über den Boden vorſpringende Geſtalt zu geben, ſo daß darauf nichts liegen bleiben kann. Die Wagenräder bekommen dann vorſtehende Ränder. Der erſte Verſuch mit ſolchen Schienen, welche die Engländer edge rails und die Deutſchen engliſche Schienen nennen, iſt auf einer Heerſtraße vor länger als 40 Jahren gemacht worden. Es iſt aber dieſer Verbeſſerung wie ſo vielen andern ergangen, es hat die einfachſte Idee nicht zuerſt den Platz behauptet. Da man eine platte Bahn mit möglichſt geringer Reibung haben wollte, ſo wäre es in der That weit natürlicher geweſen, die Schienen über die Straße zu legen, als mit ihr gleich hoch, und eine Rinne daraus zu machen, in welcher ſich Moder und Staub feſtſetzen können. Gleichwohl ſind in England die erſten 50 deutſchen Meilen Eiſenbahnen mit Rinnenſchienen gebauet worden, da ſie den großen Vortheil gewährten, mit gewöhnlichen Wagen befahren werden zu können.

Die erſten Stabſchienen (edge rails) ſind von Gußeiſen und ohngefähr $3^2/_3$ Fuß lang gemacht worden. Anfangs war der Querſchnitt der Schienen beinah ein Rechteck wie Fig. 6 und auf dieſe Weiſe findet man ſie noch bei manchen Bergwerken und bei temporairen Bahnen eingerichtet. Darauf gab man den Schienen oben mehr Breite als unten, damit ſie den Rädern mehr Fläche zur Berührung darbieten möchten. Die Breite nahm nach unten hin ab und unten wurde noch eine Verſtärkung angebracht (Fig. 7). Endlich gab man dem Querſchnitte der Schienen die Geſtalt eines T und dieß iſt im Allgemeinen diejenige, welche ſie beibehalten haben. Sie haben ſämmtlich einen horizontalen Theil, auf welchem das Rad läuft und einen vertikalen darunter, welcher jenen verſtärkt.

Der Länge nach machte man die Schienen nach unten krumm (Fig. 8) um Maſſe zu ſparen und ihnen gleiche Widerſtandskraft für jede Art der Belaſtung zu geben, nemlich man machte ſie in der Mitte höher als an den Enden. Man meinte, die Kurve müſſe diejenige des gleichen Widerſtan-

des, alſo eine Ellipſe ſeyn. Da aber die Schienen nicht frei auf ihren Unterſtützungspunkten ruhen, ſondern da ſie auch mit einander verbunden und ſtets ſtark in den Schienenſtühlen eingeklemmt werden, ſo iſt der Fall etwas anders.

Befeſtigung der Endpunkte der Schienen. Schienenſtühle.

Die Art der Befeſtigung der Endpunkte der Schienen, iſt etwas ſehr Weſentliches. Anfänglich gab man den Schienen an den Enden eine Art von Lappen, welche ſich auf die Tragſteine legten, auf denen man ſie vermittelſt Nägeln befeſtigte. So ſtießen die Schienen an den Enden ſtumpf zuſammen. Die Laſt drückte auf die vier Endpunkte der Lappen; lag nun etwa die Oberfläche dreier aufeinander folgender Steine nicht genau in einer und derſelben Ebene, ſo trugen die vier Endpunkte nicht gleichförmig, und da die ſtarken Schienen ſich nicht genugſam biegen konnten, ſo mußten ſie häufig brechen.

Darauf kam man auf den Gedanken, noch einen dritten Körper zwiſchen die Schiene und den Tragſtein zu legen, der einen Theil des Stoßes auffange. Man legte alſo die Enden der Schienen auf Schienenſtühle (Chairs, Chaises, Cousinets) von Gußeiſen und erſt dieſe auf die Tragſteine. Die Befeſtigung von jenen auf die letztern geſchah mittelſt zweier Pflöcke. Das auf dem Schienenſtuhl ruhende Ende der Schiene wurde vermittelſt eines horizontal durch die Schiene und die beiden Wangen des Schienenſtuhls gehenden, Nagels gehalten.

Man bemerkte aber nun, daß ſich die Steine, die von der Laſt des Fuhrwerks mehr oder weniger in die Erde eingedrückt wurden, beim Uebergange der Wagen nach vorn und nach hinten neigten, ſo daß das Ende der einen Schiene ſich hob, während das anſtoßende Ende der nächſten Schiene ſich ſenkte, woraus ein Vorſprung auf der Bahn entſtand, der einen, den Schienen ſowohl, als den Wagenrädern und der bewegenden Kraft nachtheiligen Stoß verurſachte.

Digitized by Google

Um dieſen Uebelſtand zu verringern, fügte man die Schienen mit halbem Blatte zuſammen, indem man ſie zuſchrägte und etwa 2¼ Zoll lang neben einander treten ließ (Fig. 9 u. 30 a u. b). Durch den Schienenſtuhl wurde ein einzelner horizontaler Nagel getrieben, und zwar durch die Blätter der beiden Schienen. Ferner ſchrägte man den horizontalen Theil des Schienenſtuhles ab, auf welchem die Schienen ruhen und machte ihn konvex (Fig. 12), ſo daß der Schienenſtuhl die Schienen nur an einem einzigen Punkte ſenkrecht unter der Mitte der Blätter der Schienen trug. Auf dieſe Weiſe ruhete jede Schiene nur auf dem höchſten Punkte des Stuhllagerrückens, und der Stein konnte ſich nach vorn und nach hinten neigen, ohne daß der Unterſtützungspunkt merklich wankte; wenigſtens ſenkten ſich beide Schienen zugleich. Man hat auch die Anordnung noch verändert, aber ſtets die Regel beibehalten, die Enden zuſammenſtoßender Schienen nur auf einem einzigen Punkte ruhen zu laſſen.

Man hat auch die Schienen mit den Schienenſtühlen auf andere Weiſe, als vermittelſt durchgehender Nägel zu verbinden geſucht, weil die Nägel ſich leicht biegen, alſo die Schienen nicht feſt genug halten, auch bei Ausbeſſerungen ſchwer herauszuziehen ſind und dieß iſt jetzt überall der Fall. Man hat in der einen Wange des Schienenſtuhls eine runde oder eckige Vertiefung angebracht, in welche von der Seite ein vorſpringender Theil der Schiene tritt, die auf ſolche Weiſe an den Stuhl feſtgehalten wird, der, da er ſelbſt auf dem Tragſteine befeſtigt iſt, die Bewegung der Schienen von unten nach oben hindert. Um die Schienen gegen den Stuhl zu ſtemmen, von welchem ſie nur die eine Wange berühren, treibt man zwiſchen die Schienen und die andere Wange des Stuhls einen hölzernen oder eiſernen Keil, und zwar horizontal, oder parallel mit der Länge der Schiene und in einen kleinen für den Keil beſtimmten Ausſchnitt der Wange. Die Fig. 14, 15, 16, 17, 18, 19, 9, 10, 11, 20 und 41 zeigen mehrere verſchiedene Arten der Befeſtigung der Schie-

Digitized by Google

nen und der Schienenſtühle nach dieſem Syſtem. Es laſſen ſich vielerlei Anordnungen der Stühle und der Verbindungen der Schienen denken, Wir werden hier die vorzüglichſten, dabei zu beobachtenden Bedingungen unterſuchen, nachdem wir zuvor von der Anfertigung und Anwendung gegoſſener und gewalzter eiſerner Schienen und von den Geſtalten derſelben geredet haben. Die Räume a a Fig. 20 nehmen die Keile auf. Dieſe Form von Stuhl und Schiene laſſen eine kleine Veränderung in der Lage der Scheitelfläche vermittelſt der Verkeilung zu.

Gußeiſerne Schienen.

Vor dem Jahre 1810 kannte man nur gußeiſerne Schienen, jedoch werden ſie jetzt nach und nach durch die gewalzten gänzlich vertrieben werden. Unter gewiſſen Umſtänden, da wo Gießereien in der Nähe, Walzwerke mit Vorrichtungen zur Anfertigung der Schienen aber entfernt ſind, oder wenn man bei Hüttenwerken ſelbſt Schienenwege anlegen will, und dann das Roheiſen, welches zu Schienen vergoſſen wird, nicht zu berechnen braucht, ferner bei temporairen Eiſenbahnen, bei großen Bauen ꝛc., haben freilich die gußeiſernen Schienen den Vorzug vor den gewalzten.

Die Anfertigung der gußeiſernen Schienen hat keine Schwierigkeiten und kann in jeder Gießerei durch Ladenguß ausgeführt werden. Man muß dazu gutes graues und kein weißes oder halbirtes brüchiges Roheiſen nehmen. Die Formen ſind ſehr verſchieden. In Bergwerken und auch zur Tageförderung bei Berg- und Hüttenwerken, haben ſie gewöhnlich einen rechteckigen Durchſchnitt Fig. 6 c. treten wie die Rinnenſchienen Fig. 3 zuſammen und ſind mit Laſchen verſehen, mittelſt denen ſie an die hölzernen Läger aufgenagelt ſind. Eine andere Form iſt die in Fig. 30 a und b abgebildete; ſie iſt bei mehreren bedeutenden Eiſenbahnen in England angewendet, z. B. bei der Darlington-Bahn. Je höher die Verſtärkungsrippe gemacht wird, oder je ſtärker die Kurve derſelben iſt, um ſo größer wird auch deren Tragkraft

Digitized by Google

ſeyn, um ſo bedeutender aber auch das Gewicht der Schiene. Die Breite der Schienen und der aufrechtſtehenden Rippe derſelben, worauf es hier namentlich ankommt, kann nämlich bei der Ausführung von Gußeiſen nicht füglich geringer als ½ Zoll genommen werden, weil das Eiſen bei ſchwächern Dimenſionen durch die zu ſchnelle Abkühlung an den Wänden der Form weiß und ſpröde wird. Es iſt hierdurch eine Grenze gegeben, welche namentlich bei Schienen deren Gewicht überhaupt nur gering ſeyn ſoll, die weitere Vermehrung der Tragkraft durch größere Höhe der Schienen bedingt. Um dieſem Uebelſtande zu begegnen, ſchlägt Herr Geheimer Ober-Bergrath v. Dechen in Berlin (Karſtens Archiv f. Mineralogie ꝛc. VI, 380 ꝛc.) vor, die aufrechtſtehende Rippe nicht voll, ſondern durchbrochen zu gießen, ſo daß dieſelbe aus einer untern, nach der Ellipſe geformten Leiſte und aus ſenkrechten Trägern beſteht, die in gleichen und angemeſſenen Entfernungen die obere Leiſte oder eigentliche Schiene unterſtützen. Die Eiſenſtärke in der untern bogenförmigen Leiſte und in den ſenkrechten Trägern, kann hierbei bis auf ½ Zoll vermindert werden, und dennoch iſt die ganze Fläche des Querſchnittes, bei einer beträchtlichen Höhe nicht größer als bei den vollgegoſſenen Schienen, welche eine viel geringere Höhe haben. Herr v. Dechen ließ ſolche Schienen gießen und unterwarf ihre Tragkraft einer ſtrengen Prüfung, die ſie ſehr gut beſtanden, indem ſie bei gleichem Gewicht und gleicher Länge viel größere Laſten tragen können, ehe ſie brechen, als die voll gegoſſenen Schienen.

Sie haben außerdem in der Anwendung noch folgende Vorzüge vor den voll gegoſſenen Schienen voraus.

1) Sie können ohne eine beträchtliche Vermehrung des Gewichts, auf eine Längeneinheit bezogen, beträchtlich länger gemacht werden, als die voll gegoſſenen Schienen, deren Gewicht bei größerer Länge (als 3⅔ Fuß) ſehr raſch zunimmt. Hierdurch wird eine weſentliche Erſparung, ſowohl an den gußeiſernen Lagern, als auch an den Materialien herbeige-

Digitized by Google

führt, worauf dieſe Lager befeſtigt werden und welche namentlich bei Fundamentalſteinen ſehr koſtbar ausfallen.

2) Dieſelben brauchen nicht ſo hoch über die Bahn worauf die Pferde gehen, gehoben zu werden, als die vollen Schienen, weil das Waſſer von der Bahn einen ungehinderten Abfluß zwiſchen den ſenkrechten Trägern und unter der obern Leiſte der Schienen findet und dieſer Umſtand führt zu einer neuen Erſparung an dem Gewicht der gußeiſernen Lager, durch welche dieſe Erhöhung hervorgebracht werden muß, und vermindert auch den Nachtheil, der aus einer Verengung der Bahn durch die Fundamentſteine herbeigeführt wird. Hiernach würde dieſe Schienen-Konſtruktion ſehr zu empfehlen und gleich im Großen ausführbar ſeyn, wenn nicht der Umſtand, daß der mittlere Theil der untern Leiſte dabei nothwendig in dem Boden zu liegen kommt, beſonders im Winter, wo dieſer letztere friert, das Bedenken erregte, daß dadurch der Haltbarkeit dieſer Schienen ein weſentlicher Nachtheil zugeführt werden könnte. Dennoch würden Verſuche mit dieſen Schienen ſehr wünſchenswerth ſeyn. Sie haben, bei einer Länge von 6 Fuß im Gießen keine Schwierigkeiten verurſacht und wogen 37 Pfd., in der Mitte 6 Zoll hoch, die Oeffnung im Lichten 5¼ Zoll weit, wogegen 3 Fuß lange und 3 Zoll hohe Schienen, von der Form Fig. 30, 18, 3 Pfund wiegen.

Gewalzte eiſerne Schienen.

Wegen des harten Ganges der Fuhrwerke auf den gußeiſernen Schienen und wegen des häufigen Zerbrechens derſelben, fiel man darauf, die Schienen von Stabeiſen auszuwalzen. Die erſten Verſuche damit mißlangen; aber ſchon 1810 kam diejenige Geſtalt der Schienen auf, welche im Allgemeinen noch jetzt gebräuchlich iſt.

Die gußeiſernen Schienen haben gegen gewalzte im Allgemeinen folgende Nachtheile:

1) brechen jene leichter als dieſe;

2) darf man ſie nicht länger machen, als von einem

Stützpunkte bis zum nächſten d. h. höchſtens 4 bis 6 Fuß, weil das Gußeiſen zu wenig biegſam iſt; als daß ſich eine daraus gefertigte Schiene auch zwiſchen den Endpunkten unterſtützen ließe. Die Stöße welche ſo bei den Zuſammenſetzen zweier Schienen entſtehen, ſind alſo bei den kurzen Schienen häufiger. Die gewalzten Schienen dagegen können 15 Fuß lang ſeyn und es finden daher auf ſolch einem Schienenwege weit weniger Verbindungen einzelner Schienen ſtatt; ein ſehr weſentlicher Vorzug, wodurch die Bewegung der Laſtwagen, mehr wie man auf den erſten Blick glauben ſollte, erleichtert und gleichförmig gemacht wird.

3) Das Gußeiſen iſt zwar auf der Oberfläche ſehr hart, jedoch nur in geringer Dicke ſeiner Rinde; iſt dieſelbe abgenutzt, ſo widerſteht das Innere ſehr ungleich und wird bald rauh.

4) Gewalzte Schienen laſſen ſich leicht ein wenig biegen und es können daher mit denſelben die Biegungen des Schienenwegs, wo dieſelben erforderlich ſind, weit regelmäßiger hergeſtellt werden, als dieß mit gußeiſernen Schienen möglich iſt.

5) Die gewalzten Schienen können weit ſicherer befeſtigt werden, wie dies bei gußeiſernen geſchehen kann; auch dürfte die Reibung auf denſelben geringer ſeyn, wie auf letztern.

6) Endlich ſind die gewalzten Schienen wohlfeiler als die gußeiſernen, da der laufende Fuß von letztern bei gleicher Tragkraft, im Durchſchnitt doppelt ſo ſchwer ſeyn muß, als von erſtern. Beſonders iſt dies im höhern Grade für England der Fall, wo die gewalzten Schienen immer noch 40 bis 45 % wohlfeiler ſind, als in Deutſchland.

Anfertigung der ſtabeiſernen Schienen.

Die ſtabeiſernen Schienen werden mittelſt eines eigends dazu eingerichteten Walzwerks, deſſen Walzen in der Fig. 50 und 51 abgebildet ſind, in einer Hitze ausgewalzt, nachdem die dazu erforderlichen Stäbe vorher durch gewöhnliche Stabeiſenwalzen dargeſtellt worden ſind. Ueber die beſte

Digitized by Google

Qualität des Eiſens zu den Schienen, werden wir weiter unten noch Einiges bemerken. Die Schienen, für welche die in der Zeichnung dargeſtellten Walzen [1]) eingerichtet, ſind die zuerſt auf der Liverpool-Mancheſter Eiſenbahn angewendeten, von der Form Fig. 17, von denen das Yard (3 engl. Fuß) 35 engliſche Pfunde wiegt.

Die zu walzende Schiene iſt oben $1^5/_8$ Zoll + $^3/_4$ Zoll oder $2^3/_8$ Zoll breit und ihre Höhe beträgt $3^1/_2$ Zoll am höchſten, $2^1/_2$ Zoll am niedrigſten Punkte; ihre ganze Länge iſt 15 Fuß, aus 5 gleichen, 3 Fuß langen Theilen beſtehend. Um dieſe Schienen zu walzen, wird daher ein 15 Fuß langer Eiſenſtab genommen, deſſen Breite $\frac{2^1/_2'' + 3^1/_2''}{2} = 3''$ und deſſen Höhe $\frac{1^5/_8'' + {}^3/_4''}{2} = 1^3/_{16}''$ beträgt. Dieſer Stab iſt, wie ſchon bemerkt, entweder auf andern Walzen angefertigt, oder es befindet ſich auf den Schienenwalzen ſelbſt ein Schnitt, um einen Stab von dieſen Dimenſionen auszuwalzen. Iſt derſelbe auf die Dimenſionen von 3 Zoll und $1^3/_{16}$ Zoll gebracht, ſo muß er noch ſo heiß ſeyn, daß er noch ſechsmal die Walze durchlaufen kann, um ſich in eine Schiene zu verwandeln.

Der Stab gelangt zuerſt in den Einſchnitt Nro. 1, durch den er einen trapezoidiſchen Querſchnitt annimmt, 3 Zoll hoch, $1^5/_8$ und $^3/_4$ Zoll breit. Er gelangt darauf in den Einſchnitt Nro. 2, wo ſich bereits ein etwas abgerundeter Kopf bildet. In dem Einſchnitte Nro. 3 nimmt die

---

[1]) Dieſe Walzen ſind aus der Abhandlung der Herren von Oeynhauſen und von Dechen „über die engliſchen Schienenwege" („Karſtens Archiv 19. S. 101. ꝛc.") entnommen und auf dem Eiſenwerke Pen-y-daran bei Merthyr-Tydwill in Wales vorhanden. In England giebt es jetzt auf vielen Eiſenwerken ſolche Schienenwalzwerke, in Deutſchland erſt wenige, unter denen das der Herren Remy et Comp. zu Raſſelſtein bei Neuwied beſonders ausgezeichnet iſt; es lieferte die Schienen für die Nürnberger Bahn..

Digitized by Google

Abrundung zu und bildet ſich an dem untern Ende auf einer Seite eine vorſtehende Kante; in Nro. 4 erhält der Kopf ſeine völlige Geſtalt und auch auf der andern Seite bildet ſich eine vorſtehende Kante; die Höhe der Schiene iſt unverändert 3 Zoll geblieben. In dem Einſchnitt Nro. 5, wohin die Schiene nunmehr gelangt, wird die Schwellung gebildet, welches mittelſt eines Excentrikums geſchieht. Da nemlich die Spannung des Bogens einen Zoll beträgt, ſo wird auf der Walze ein Kreis eingeſchnitten, deſſen Mittelpunkt um einen halben Zoll von dem Mittelpunkte der Walze abſteht. Dadurch, indem ſich die Walze dreht, beträgt die Höhe der Leere 5 bald $3^1/_2$, bald nur $2^1/_2$ Zoll, und indem die Schiene dieſem Spiel folgen muß, werden auf ihrer untern Seite bogenförmige Erhöhungen gebildet.

Bei der Konſtruktion des Excentrikums iſt aber zu berückſichtigen, daß die ganze Länge des Schienenſtücks, welche einen bogenförmigen Anſatz haben ſoll, 36 Zoll beträgt. Es muß alſo, wenn R den Radius des Excentrikums bezeichnet,

$2\,R\,\pi = 36''$ daher $R\ \frac{36}{2.\ \pi} = 5'',\ 75$ ſeyn und muß

daher der Radius des Excentrikums = $5^3/_4$ Zoll gemacht werden. Es bleibt außerdem noch zu berückſichtigen, daß auf eine Länge von 5 Zoll die untere Fläche der Schiene gerade, und die Schiene nur $2^1/_2$ Zoll hoch ſeyn ſoll und muß daher auf dem Excentrikum der Bogen, auf einer Länge von 5 Zoll, nicht aus dem Mittelpunkte des Excentrikums, ſondern aus dem der Walze beſchrieben werden. Aus dem ſo konſtruirten Excentrikum wird alsdann die verlangte Form der Schienen hervorgehen. Da indeſſen bei dieſer Operation die Geſtalt der Schiene noch nicht vollkommen ſcharf erhalten wird, ſo paſſirt dieſelbe noch den Einſchnitt Nro. 6, welche den vollen Querſchnitt der Schiene an ihrem höchſten Punkte darbietet, und daher $3^1/_2$ Zoll lang iſt. Hiermit iſt die Operation des Auswalzens beendigt. Man wird einſehen, daß die Produktionskoſten der gewalzten Schienen nur wenig theurer ſind, als die des gewalzten Stab-

Digitized by Google

eiſens, welches auch mehrere Kaliber zu paſſiren hat. Ein gut eingerichtetes Walzwerk kann täglich 20 Tonnen Schienen liefern; wenigſtens iſt dies in England der Fall.

Prüfung und Vergleichung der Tragkraft gußeiſerner und ſtabeiſerner Schienen [1]).

Wenn man blos den ſtatiſchen Widerſtand einer Schiene von rechteckigem Querſchnitt, und zwar von der Höhe c und der Breite b in Betracht zieht, ſo iſt die Laſt, welche eine Schiene von der Länge L, von einem Stützpunkte zum nächſten gemeſſen, und frei und aufliegend, tragen kann $= {}^2/_3\ R.\ \frac{b\ c\ 2}{L}$, wo R einen Durchſchnitt der Gewichte bezeichnet, welche die Einheit der Fläche trägt, nach dem Grade der Feſtigkeit, der für zureichend erachtet wird. Beſtimmen wir hier R nach derjenigen Belaſtung, welche noch geringer iſt, als diejenige, die eine bleibende Biegung hervorzubringen vermag, und ſetzen ſie 61 Pfund auf die Quadratlinie für Stab- und 76 Pfd. für Gußeiſen, ſo iſt das letztere allerdings im Vortheil.

Aber die Schienen tragen nicht ruhende Laſten, ſondern es wirkt auf ſie auch der Stoff bewegter Maſſen. Desgleichen liegen ſie nicht frei, ſondern ſind in die Schienenſtühle eingeklemmt. Deshalb iſt die obige Formel nicht anwendbar, ſondern man kann ſich wegen der Stärke der Schienen nur an der Erfahrung auf wirklichen Straßen halten. Dieſe ergiebt bis jetzt Folgendes.

1) Zu Darlington und auf einigen andern Eiſenbahnen beſtehen die Schienen aus Gußeiſen Fig. 30 oben 2 Zoll $1^1/_4$ Linie breit, $3^2/_3$ Fuß von einem Stützpunkt bis zum

[1]) Nach des Ober-Ingenieurs Minard trefflichen „Vorleſungen über Eiſenbahnen" gehalten 1833 und 1834 in der Ecole des ponts et chaussées zu Paris; deutſch in Crelles Journal für die Baukunſt Bd. IX. Heft 2; jedoch hier bedeutend vermehrt und ergänzt.

Digitized by Google

andern lang, im Durchſchnitt 4$^1/_2$ Zoll hoch und 1 Zoll dick. Der laufende Fuß Schiene wiegt 14$^3/_4$ Pfd. Von den darauf fahrenden Bahnenwagen wiegt einer 80 Zentner, ein Dampfwagen 160 Zentner. Die Wagen bewegen ſich mit 14 Fuß Geſchwindigkeit in der Sekunde (2$^1/_{10}$ Meilen in der Stunde.)

2) Auf der Liverpool=Mancheſter Eiſenbahn beſtehen die Schienen aus Stabeiſen (Fig. 17 und 18). Sie ſind oben 2 Zoll 1$^1/_4$ Linien breit, 2 Fuß 10$^4/_5$ Zoll von einem Stützpunkte bis zum andern lang, 3$^1/_6$ Zoll im Durchſchnitt hoch und 1 Zoll 1$^3/_4$ Linien im Durchſchnitt dick. Der laufende Fuß Schiene wiegt 11 Pfd. 12$^1/_3$ Loth. Ein Bahnwagen, wie ſie auf dieſer Straße mit 28 Fuß Geſchwindigkeit in der Sekunde (4$^3/_5$ Meile in der Stunde) fahren, wiegt 100 Ztr., ein Dampfwagen 220 bis 240 Ztr. Aber die Schienen ſind für dieſes Fuhrwerk zu ſchwach, weshalb man ſie auch nach und nach mit ſtärkern auswechſelt, von denen der laufende Fuß 16 Pfd. 21$^1/_3$ Loth wiegt (Fig. 25); jedoch läßt ſich annehmen, daß ſie auf der Darlingtoner Bahn ſtark genug ſeyn würden, was um ſo gewiſſer iſt, da man auf derſelben die gußeiſernen, ebenfalls mit gewalzten Schienen auswechſelt, die oben 2 Zoll 1$^1/_4$ Linie breit, 2 Fuß 10$^4/_5$ Zoll von einem Stützpunkt bis zum nächſten lang, 2$^3/_4$ Zoll im Durchſchnitt hoch, 11$^1/_2$ Linien im Durchſchnitt dick ſind, und 9 Pfund 12 Loth der laufende Fuß wiegen. Zwar hält man dieſe leichten Schienen für zu ſchwach; aber gleichwohl tragen ſie das gegenwärtige Fuhrwerk.

Die Liverpooler 11 Pfd. 12$^1/_3$ Loth ſchweren gewalzten Schienen, ſind ungefähr eben ſo ſtark, als die gußeiſernen von 14$^3/_4$ Pfd. ſchweren zu Darlington, ſo daß alſo, wie ſich hieraus ergiebt, das geſchmiedete Eiſen im Vortheil iſt.

Wenn wir nun aus dieſen Erfahrungen im Großen die Maſſe anderer Schienen von ziemlich ähnlicher Geſtalt und von ohngefähr gleichen Fuhrwerken befahren, herleiten wollen, ſo können wir uns des Ausdruckes

Digitized by Google

$$P = \frac{2}{3} R . \frac{b\ c\ 2}{L}$$

bedienen, wo P die größte, in Bewegung geſetzte Belaſtung auf der Mitte der Schienen, b und c die mittlere Höhe und Dicke derſelben und L die Entfernung der Stützpunkte von einander bezeichnen. R iſt der Widerſtands-Koefficient, deſſen Werth wir aus dem Maaß bei der Darlington-Bahn herleiten wollen, annehmend, daß auf derſelben die größte Belaſtung P = 6403 Pfd. iſt, für b c und L aber die Maaße von Darlington und Liverpool für die beiden Fälle des Guß- und des Walzeiſens ſetzend.

Dieſes giebt dann R = 145,6 für Guß- und R = 202 für Walzeiſen, wenn nemlich b c L in Linien und P in Pfunden ausgedrückt werden. Es iſt alſo:

$$P = 134{,}8 . \frac{b\ c\ 2}{L} \text{ für Walz- und}$$

$$P = 97{,}05 . \frac{b\ c\ 2}{L} \text{ für Gußeiſen,}$$

und dieſe Formeln dienen, b, c, L in den beiden Fällen für andere Schienen zu beſtimmen.

Die Vorausſetzung von 6403 Pfunden größter Belaſtung auf der Darlington-Bahn, wo die Dampfwagen ungefähr 17,600 Pfd. wiegen, erklärt ſich folgendermaaßen.

Da die Entfernung der Stützpunkte der Schienen von einander kleiner iſt, als diejenigen der Wagenachſen, ſo ſcheint es, daß eine Schiene niemals mehr als den vierten Theil des Gewichts eines Dampfwagens, mithin nicht über 40 Ztr. zu tragen bekommen könne. Aber Herr Wood bemerkt mit Recht, daß die Schienen, in Folge einer Einſenkung der Tragſteine ſich gegen einander neigen, und dann nicht mehr in einer und derſelben, die vier Räder des Wagens berührenden, Ebene liegen können; daß es alſo möglich iſt, daß die Laſt des Wagens nur auf drei Rädern ruhe, ſo daß alſo die Mitte einer Schiene auf der Darlington-Bahn für einen Augenblick die Hälfte des Gewichts eines Laſtwagens oder des Dampfwagens, alſo 80 Ztr. zu tragen bekommen kann.

Digitized by Google

Da indeſſen die Wirkung davon durch die Federn, auf welchen die Laſt ruht, ſehr vermindert wird, ſo nehmen wir 6403 Pfd. (3000 Kilogr.) an. Jedoch werden wir weiter unten ſehen, daß die Geſchwindigkeit die Wirkung der Laſten auf die Schienen verſtärkt.

Will man die Formel auf der Liverpool-Bahn anwenden, vorausſetzend daß die Stützpunkte eine Entfernung von 2 Fuß $10^4/_5$ Zoll behalten, daß die Höhe der Schienen $c = 3$ Zoll 10 Linien ſeyn ſoll und daß die größte Belaſtung, die von einem 240 Ztr. wiegenden Dampfwagen herrühren kann, 10,671 Pfund iſt, ſo findet ſich b aus dem Ausdruck

$$10{,}671 = 134{,}8.\frac{46\ 2}{418}\ .\ b\ ,$$ was $b = 1$ Zoll $3^3/_5$ Linien

giebt. Solche Schienen würden 17 Pfd. 12 Loth der laufende Fuß wiegen, welches Gewicht demjenigen nahe kommt, das man den Schienen auf den von London und Birmingham und Briſtol anzulegenden Bahnen giebt, oder womit man die ſchadhaften auf der Liverpool-Bahn auswechſelt.

Man hat auch direkte Verſuche über den ſtatiſchen Widerſtand der Schienen angeſtellt. Wir theilen hier einige von den Reſultaten dieſer Verſuche mit. Wood erhielt folgende:

Es wurden gußeiſerne Schienen (Fig. 7 und 30) die ohngefähr $14^3/_4$ Pfd. der laufende Fuß wogen, wie gewöhnlich in Schienenſtühlen befeſtigt, welche auf $3^2/_3$ Fuß von einander entfernte hölzerne Lager gelegt wurden. Bei 12 Verſuchen trug die Schiene in der Mitte

	höchſtens 14,940 Pfd.	u. 20,702 Pfd., nachdem die Maſſe mit altem Gußeiſen gemiſcht war.
	Mindeſtens 11,311 Pfd.	u. 14,727 Pfd., eben ſo.
	Im Durchſchnitt 12,806 Pfd.	u. 17,074 Pfd., eben ſo.

Ferner legte man eine gewalzte Schiene, von $14^1/_2$ Fuß Länge und von durchgängig gleichem Querſchnitt (Fig. 20), auf 6 Schienenſtühle, die alſo einer von dem andern 2 Fuß $10^4/_5$ Zoll entfernt waren und befeſtigte ſie, erſt auf allen

Stühlen, und dann blos auf den beiden Stühlen in der Mitte. Man belud ſie mit zunehmenden Gewichten, die jedesmal wieder weggenommen wurden. Die Einbiegungen, welche die Gewichte hervorbrachten, waren theils bleibend, theils nicht bleibend. Die Tiefe dieſer Einbiegungen wurde unterhalb in den mittlern Fachen gemeſſen, wo die Gewichte aufgelegt waren. Die Schiene wog 12¾ Pfd. der laufende Fuß. Es ergab ſich Folgendes:

Gewicht in der Mitte.	Die Schiene war auf allen Stühlen befeſtigt.		Die Schiene war nur an beiden Stühlen in der Mitte befeſtigt.	
	Größte Einſenkung.	Bleibende Einſenkung.	Größte Einſenkung.	Bleibende Einſenkung.
Pfunde.	Linien.	Linien.	Linien.	Linien.
1814	0, 09	0	0, 09	0
3628	0, 14	0	0, 18	0
7256	0, 27	0	0, 41	0
9071	0, 37	0	0, 55	0
10,885	0, 46	0	0, 47	0,046
12,592	0, 55	0,046	0, 78	0,092
18,141	0, 78	0,092	0, 33	0,9,17

Herr v. Dechen (Karſtens Archiv f. Miner. ꝛc. VI. Seite 370 ꝛc.) unterſuchte die Tragkraft von neun verſchieden konſtruirten, von Coaks=Roheiſen von Königshütte in Oberſchleſien, aus dem Kupolofen gegoſſenen, Schienen. Die Vorrichtung welche zu dem Zerbrechen der Schienen benutzt wurde (und die nebſt den verſchiedenen unterſuchten Schienen, auf Taf. XV. des gedachten Theils von dem Archiv abgebildet worden iſt), beſteht in einer einfachen ungleichförmigen Waage, deren Arme ſich 1 : 27 verhalten. Die Schienen wurden verkehrt, mit der breiten Seite nach unten gekehrt, in gußeiſernen, zu dieſem Zweck beſonders vorgerichtete Lager gelegt, welche zwiſchen zwei mit den

Digitized by Google

Rändern der Waage verbundenen Platten hin und her geſchoben und genau auf die erforderlichen Längen geſtellt werden konnten. Ein ſchmiedeeiſerner Bügel von $^1/_2$ Zoll Breite, welcher durch zwei Stangen mit dem kurzen Arme verbunden war, wirkte unmittelbar auf die Schienen. Der lange Arm der Waage hatte eine Schaale, auf welcher die Gewichte geſetzt wurden. [1])

Die Reſultate der Verſuche ſind folgende:

Die Schienen Nro. 1 ganz gerade, 3′ lang, 2,43″ hoch, 18,73 Pfund wiegend, wurden bei 8 verſchiedenen Verſuchen zerbrochen mittelſt eines Durchſchnittsgewichts von . . . . . . 3777 Pfd.

Die Schienen Nro. 2, nach zwei in der Mitte zuſammenſtoßenden Parabeln konſtruirt, 3′ lang, in der Mitte 3″ hoch, am untern Rande mit einer Verſtärkung verſehen, pro Stück 18,35 Pfd. wiegend, zerbrachen bei 6 Verſuchen im Durchſchnitt mit . . . . 5095 Pfd.

Die Schienen Nro. 3, nach zwei in der Mitte zuſammenſtoßenden Parabeln konſtruirt, 3′ lang, in der Mitte $3^1/_2$″ hoch, die aufrecht ſtehende Rippe ganz einfach, unten $^3/_8$″, oben $^5/_8$″ ſtark, pro Stück 18,18 Pfd. wiegend, zerbrachen bei 6 Verſuchen durch . . . . 6363 Pfd.

Die Schienen Nro. 4, die aufrecht ſtehende Rippe durchbrochen, die untere Leiſte nach zwei in der Mitte zuſammenſtoßenden Parabeln konſtruirt, 6′ lang, in der Mitte 6 Zoll hoch; die Oeffnung im Lichten $5^1/_4$″ weit, wiegen pro Stück 37,22 Pfd., mithin bei einer Länge von 3′, 18,61 Pfd., wurden bei 4 Verſuchen zerbrochen durch . . . . 4606 Pfd.

---

[1]) Alle dieſe Angaben beziehen ſich, wenn nichts anders dabei bemerkt worden, auf Rheinl. Maaß und Kölniſch Gewicht.

Die Schienen Nro. 5, nach einer Ellipſe konſtruirt, 3′ lang, in der Mitte 3, 3″ hoch, die aufrecht ſtehende Rippe voll und ganz einfach, wiegen pro Stück 19,06 Pfd. und wurden bei 12 Verſuchen zerbrochen durch . . . . 6516 Pfd.

Die Schienen Nro. 6, nach einer Ellipſe konſtruirt, die aufrecht ſtehende Rippe durchbrochen; 3′ lang, in der Mitte 5″ hoch, die Oeffnungen im Lichten 4″ weit, wiegen pro Stück 19,85 Pfd. zerbrachen bei 12 Verſuchen durch . . . . . 10071 Pfd.

Schienen nach demſelben Modell, jedoch die aufrecht ſtehende Rippe ganz voll gegoſſen, pro Stück 26,66 Pfd. wiegend, zerbrachen bei 5 Verſuchen durch . . . . 12688 Pfd.

Die Schienen Nro. 7, nach einer Ellipſe konſtruirt, die Rippe voll, 3 Fuß lang, in der Mitte 3½ Zoll hoch, wiegen pro Stück 21,33 Pfd., und zerbrachen bei 6 Verſuchen durch . 7470 Pfd.

Die Schienen Nro. 8, nach einer Ellipſe konſtruirt, 4′ lang, die aufrecht ſtehende Rippe durchbrochen in der Mitte 6, 7″, an den Enden 2½″ hoch; die Oeffnung im Lichten 5″ weit; wiegen pro Stück 31,04 Pfd. (alſo bei 3′ Länge 23,38 Pfund), wurden bei 6 Verſuchen zerbrochen durch . . . . 10309 Pfd.

Nach Herrn v. Gerſtner (Handbuch der Mechanik, I, Seite 349 ꝛc.) zerbrachen Schienen von etwa 11 Linien Höhe und 22 Linien Breite, unmittelbar aus dem Hochofen gegoſſen,

von Derowa in Böhmen durch 5413 bis 5636 Pfd.;
von Karlshütte . . . 4837 = 6174 = ;
von Joachimsthal . . . 4034 = 6139 = .

Eine andere Reihe von intereſſanten Verſuchen über die Tragkraft gewalzter Schienen, hat neuerlich Herr Egen auf der Elberfelder Probe-Eiſenbahn angeſtellt und

in den „Verhandlungen des Berliner Gewerbe-Vereins“, dritte Lieferung für 1835, Seite 121 ꝛc. beſchrieben. Dieſe Verſuche ſind in doppelter Art ausgeführt. Zuerſt iſt die Tragkraft auf der Bahn ſelbſt unterſucht, wobei die Schienen alſo in der Lage waren, worin ſie beim Gebrauch die Laſten zu tragen haben. Dieſe Verſuche bieten außer den gewöhnlichen Schwierigkeiten, welche die genaue Beſtimmung von ſo geringen Durchbiegungen bei ſehr bedeutenden Belaſtungen mit ſich führen, noch beſondere dar, die nicht viel geringer ſind und welche ſolche Verſuche bisher verhindert haben mögen. Als Gegenverſuch iſt dann ferner noch die Tragkraft der Schienen, auf die gewöhnliche Weiſe, einer genauen Prüfung unterworfen. Die Durchbiegungen der Schienen ſind durch Neigungswinkel gemeſſen. Das Princip dieſer Meſſungsweiſe beſteht darin, daß die Durchbiegung der Schiene einer, um eine feſte Axe beweglichen Ebene diejenige Neigung mittheilt, deren Sinus der Durchbiegung proportional iſt. Die Neigungen wurden durch ein eigenthümliches Nivellirinſtrument gemeſſen, welches die Winkel auf 12 Sekunden zuverläßig genau angiebt und woraus die Durchbiegungen ſelbſt mit großer Genauigkeit berechnet werden können.

Die auf der Elberfelder Probebahn angewendeten Schienen ſind gewalzt und wurden von Newcaſtle am Tyne in England bezogen, ſie waren theils bauchig (fisch bellied), theils parallel (parallel rails). Jede Schiene iſt durchſchnittlich 15 engl. Fuß lang; doch kommen Ungleichheiten von 4 bis 6 Zoll Länge vor. Die Enden ſind glatt abgeſchnitten, dann die Schienen mit ſeitwärts übergreifenden Enden — Fig. 9, 30 ꝛc. — (half lap joints) werden in England jetzt ſelten angewendet und ſind theurer. Die ausgebauchten Schienen hatten eine Kopfbreite von 24 Rheinl. Linien, eine Kopfdicke von 10 Linien, die größte Tiefe betrug 42,8, die kleinſte von 34 Linien, die Dicke des Mittelſtücks betrug 6, 6, die Dicke der Rippe 9,8 Linien, die Länge einer Schienenabtheilung 34,98 Zoll, das Gewicht derſelben 31,7 köllniſche

Digitized by Google

Pfunde. Die parallelen Schienen hatten eine Kopfbreite von 24 und eine Kopfdicke von 10 Linien, eine Tiefe von 44,8 Linien, das Mittelſtück war 7,2 und die Rippe 12,2 Linien ſtark, die Länge einer Schienen-Abtheilung betrug 35,84 Zoll und ihr Gewicht 35,3 Pfund.

Die Belaſtung der Schienen geſchah durch die Wagen ſelbſt. Die Wagen wurden mit 8000 Pfd. Steinen beladen, die möglichſt gleichförmig in den Kaſten vertheilt wurden. Da die Wagen ſehr regelmäßig und nach allen Seiten ſymmetriſch gebaut ſind, ſo kann man annehmen, daß jedes Rad die Schiene mit ¼ des Geſammtgewichts belaſtet habe. Daß die Schienenflächen nicht genau parallel ſind, übt nur einen geringen Einfluß aus, indem die Wagenkaſten und Geſtelle leicht ſoviel nachgeben, um dieſe Unregelmäßigkeiten auszugleichen. Jedes Rad übte einen Druck von 2510 Pfunden aus. Da aber die Radmittelpunkte 42 Zoll von einander abſtehen, ſo kann jede Schienen-Abtheilung nur mit einem Rade belaſtet werden. Es wurde bei den Schienen die erſte und dritte oder mittlere Abtheilung in ihrer Tragkraft unterſucht. Das Hauptreſultat dieſer Verſuche iſt Folgendes:

	Länge, Zolle.	Depreſſion, im Winkel; Minuten.	Depreſſion, in der Linie; Linien.	Depreſſion 1000 Pfd. Laſt für das Rad. in d. Ruhe; Linien	Depreſſion 1000 Pfd. Laſt für das Rad. in d. Bewegung; Linien
Gebauchte Schienen	30,95	15,85	0,470	0,189	0,216
Parallele Schienen	30,70	15,38	0,456	0,187	0,217

Herr Egen zieht aus dieſen Betrachtungen die folgenden Hauptergebniſſe:

1) Auf der Bahn drücken ſich auch die Stühle und Steine um eine ſehr merkliche Größe nieder; dieſe Senkung verſchwindet aber vollſtändig nach Aufhebung des Drucks.

2) Bei den gebauchten Schienen drücket ſich die Mitte der erſten Abtheilung ſtärker nieder, als die Mitte der dritten Abtheilung, bei den parallelen findet das Umgekehrte ſtatt.

Digitized by Google

3) Die Durchbiegungen betragen durchſchnittlich 16 % mehr für den ſich bewegenden, als für den ruhenden Wagen.

4) Die beiden Arten von Schienen ſcheinen auf der Bahn durchaus gleiche Stärke zu haben, welche Anſicht auch in England die gangbare iſt. Da nun für gleiche Länge das Gewicht der Parallelſchienen 11, 1 % mehr als das der gebauchten Schienen beträgt; da beide Arten von Schienen ſich gleich gut auswalzen laſſen; da ferner die gebauchten Schienen beſſer in den Stühlen befeſtigt werden können, als die Parallelſchienen, ſo ſcheint der Vorzug der gebauchten entſchieden. Die Parallelſchienen haben allerdings den Vorzug, daß, ſollten ſie in einem Theil der Bahn für zu ſchwach befunden werden, man ſie dadurch beträchtlich verſtärken kann, daß man ihnen 6 ſtatt 5 Unterſtützungspunkte giebt, wodurch alſo eine koſtbare Auswechſelung ſolcher zu ſchwacher Schienen unnöthig würde.

Um nun noch die Tragkraft der Schienen möglichſt genau und rein von allen fremden Einflüſſen zu beſtimmen, ließ Herr Egen eine gebauchte und eine parallele Schiene, die beide keine ſichtbaren Mängel hatten, von der Bahn wegnehmen, auf einen eichenen Balken Stühle nageln, und in dieſe die Schienen genau ſo befeſtigen, wie dies auf der Bahn ſelbſt geſchieht. Von jeder Schiene wurde die Tragkraft jeder der fünf Abtheilungen unterſucht. Es wurde nemlich auf die Mitte der zu unterſuchenden Schienen-Abtheilungen ein eiſernes, dreiſeitiges 1½ Zoll langes Prisma gelegt, auf welches der mittlere Kraftpunkt eines ſtarken Hebels drückte. Der Hebel griff hinten unter die Schneide eines feſten Prismas, und vorn hing an ihm ein Wagebalken, der die genau abgeglichenen Gewichte aufnahm. Wir theilen wiederum die mittlern Reſultate einer ganzen Reihe von Verſuchen mit. Die mittlere Durchbiegung betrug bei folgenden Belaſtungen:

Digitized by Google

	Bei gebauchten,	bei Parallel-Schienen:
von 2000 Pfund	0,0671 Lin.	0,0574 Lin.
„ 5000 „	0,0681 „	0,0571 „
„ 8000 „	0,0711 „	0,0532 „
„ 10000 „	0,0713 „	0,0522 „
„ 12000 „	0,0726 „	0,0535 „
„ 14000 „	0,0704 „	0,0557 „
Bleibende Biegung nach dem Maximum der Belaſtung	0,060 „	0,079 „

Herr Egen iſt durch die Verſuche zu folgenden Bemerkungen geführt:

1) Die Parallelſchienen erſcheinen in dem Verhältniß von 4:5 ſtärker als die gebauchten. Das Gewichtsverhältniß iſt = 12:13. Die Parallelſchienen erſcheinen alſo hier in einem größern Verhältniß ſtärker, als ſie gegen die gebauchten Schienen ſchwerer ſind. Die Urſache liegt in der Geſtalt des Querſchnitts der beiden Schienen-Abtheilungen. Bei einer zweckmäßigen Anordnung deſſelben werden die gebauchten Schienen ihren Vorzug auch hier behaupten.

2) Die bleibenden Durchbiegungen der Schienen ſind geringer bei den gebauchten Schienen, ſelbſt wenn man auch die ſtärkere Belaſtung derſelben in Betracht zieht. Dieſer Umſtand iſt für die Anwendung ſehr wichtig.

3) Bei welcher Belaſtung die bleibenden Durchbiegungen ihren Anfang nehmen, iſt ſchwer, oder vielmehr gar nicht zu entſcheiden. Die Grenze wird um ſo enger, je ſchärfer die Beobachtungsmethoden ſind, und man kann immer nur davon ſprechen, wo die merklich bleibenden Durchbiegungen aufhören. Wenn aber auch bei einer einzelnen Belaſtung die bleibende Durchbiegung unmerklich bleibt, ſo kann ſie leicht bei oft wiederholten, oder lange andaurenden Belaſtungen, merklich hervortreten.

4) Die unterſuchten Schienen ſind unſtreitig ſtark genug, um häufig wiederholte Belaſtungen von 3000 Pfunden für

ein Rad und einzelne Belaſtungen von 8000 Pfd. und mehr für ein Rad zu tragen. Sie werden alſo für Eiſenbahnen mit Pferdeförderung in allen Fällen eine hinlängliche Tragkraft haben. Wenn aber Dampfwagen vor 8 bis 9 Tonnen Gewicht auf den Schienen laufen ſollen, ſo dürften ſie etwas zu ſchwach ſeyn, wie auch die der Liverpool- und Mancheſter-Eiſenbahn von 35 Pfd. Gewicht das Yard bewieſen haben.

5) Bei den gebauchten Schienen ſind die mittleren Abtheilungen entſchieden ſtärker, als die äußern, und der Unterſchied iſt ziemlich bedeutend. Bei den Parallelſchienen tritt ein ſolcher Unterſchied gar nicht hervor.

Endlich theilen wir auch hier noch die Reſultate mehrerer Verſuche über die Tragkraft verſchiedener Arten gewalzter Schienen mit, welche in England angeſtellt worden ſind [1]).

Die Länge zwiſchen den Mittelpunkten der Stühle betrug 3 Fuß; die Belaſtung geſchah in der Mitte.

a) Best common oder Cinder Iron. Gewicht der Schienen 42 Pfund.

3 Tonnen 18 Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von 1/20 Zoll, eine bleibende Biegung v. 0 Zoll
5 Tonnen 14 Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von 2/20 „ „ „ „ „ 0 „
7 Tonnen 6 1/4 Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von 3/20 „ „ „ „ „ 1/20 „
10 Tonnen 18 Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von 7/20 „ „ „ „ „ 3/20 „
11 Tonnen 19 Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von 9/20 „ „ „ „ „ 5/20 „

b) Ein Gemiſch von 3/5 best common und 2/5 second best mine Iron. Gewicht der Schienen 40 1/2 Pfd. das Yard.

4 Tonnen 3/4 Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von 1/20 Zoll, eine bleibende Biegung v. 0 Zoll
7 Tonnen 2 3/4 Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von 3/20 „ „ „ „ „ 1/20 „
9 Tonnen 17 Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung v. 10/20 „ „ „ „ „ 6/20 „

---

[1]) Egen „Mittheilungen vermiſchten Inhalts über die engliſchen Eiſenbahnen," in den Verhandlungen des Berliner Gewerbvereins, 1834, 6te Lieferung Seite 292 ꝛc.

c) Best mine Iron. Gewicht der Schienen 41 Pfund das Yard.

4 Tonnen $6\frac{3}{4}$ Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von $\frac{1}{20}$ Zoll, eine bleibende Biegung v. 0 Zoll
7 Tonnen $9\frac{3}{4}$ Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung von $\frac{5}{20}$ „ „ „ „ „ $\frac{2}{20}$ „
9 Tonnen 3 Ztr.
verurſacht. eine Durchbiegung v. $\frac{11}{20}$ „ „ „ „ „ $\frac{8}{20}$ „

Man erſieht aus dieſen Verſuchen, daß das beſte Eiſen zugleich auch das biegſamſte iſt.

Als allgemeine Folgerung können wir hier noch bemerken, daß es zweckmäßig iſt die Schienen ſo ſchwer als thunlich zu nehmen, bei großen Bahnen das Yard zu 50 Pfd., auch muß auf die Bereitung des dazu angewendeten Eiſens große Sorgfalt verwendet werden.

Die Prüfung der Tragkraft der Schienen, ehe ſie gelegt werden, iſt ein ſehr wichtiger Punkt, beſonders bei großen Eiſenbahn-Anlagen. Die Schienen zu den Eiſenbahnen von Roanne und Lyon wurden $7\frac{3}{4}$ Zoll frei gelegt und man ließ ein Gewicht von 4270 Pfunden 27 Zoll hoch darauf herabfallen. Durch dieſe Proben werden die Schienen zuweilen ziemlich ſtark, um $2\frac{1}{3}$ bis $2\frac{1}{2}$ Zoll, gebogen und es hält dann ſchwer, ſie wieder gerade zu richten, ohne ſie vorher ins Feuer zu bringen.

Vergleichung der gewalzten Schienen von verſchiedener Geſtalt.

Man giebt den gewalzten Schienen beſonders zweierlei verſchiedene Formen. Man macht ſie, wie ſchon bemerkt, erſtlich entweder durchgängig von gleichem Querſchnitt, oder parallel, oder zweitens in der Mitte höher, als an den Enden und daher unten gebogen oder bauchig.

Ueber den unbedingten Vorzug der einen vor der andern iſt man noch nicht ganz einig, obwohl die ſo eben mitge-

theilten Reſultate der Verſuche des Hrn. Egen für die bauchigen ſprechen. Jedoch ergeben ſeine und auch Hrn. Wood's vergleichende Verſuche zu geringe Unterſchiede des Widerſtands, um hierauf mit Sicherheit den Vorzug der bauchigen allein begründen zu können. Man rühmte ſie beſonders deshalb, weil ſie bei weniger Maſſe einen ſtärkern Widerſtand zu leiſten vermögten, allein die bauchige Geſtalt des untern Theils der Schienen, hat manche Unvollkommenheiten:

1) Laſſen ſie ſich, ohne die Theile des Metalls zu verſchieben und die Kohäſion deſſelben zu vermindern, ſchwieriger auswalzen als die parallelen Schienen.

2) Iſt eine viel größere Genauigkeit beim Setzen der Steine und der Schienenſtühle nöthig, weil die Schienen mit ihrem dünnſten Theile aufliegen müſſen. Bei den parallelen Schienen dagegen können die Tragſteine leichter und genau geſetzt werden und es kann ihnen nach Erforderniß der Wirkung des Fuhrwerks auf die Schienen und der Beſchaffenheit des Bodens mehr eine beliebige Entfernung von einander gegeben werden.

3) Läßt ſich eine ſolche Schiene, wenn ſie nachgiebt, oder wenn es das Terrain erfordert, nicht gut in den Zwiſchenräumen unterſtützen, welches bei den parallelen überall mit gleicher Leichtigkeit geſchehen kann.

4) Endlich hindert die größere Höhe der Schienen, in der Mitte, alſo gerade da, wo zwiſchen den Unterſtützungspunkten die bei Schienenſtraßen ſo ſehr nothwendige Ableitung des Waſſers angeordnet werden, dieſelbe um ſo mehr, welches bei den Parallelſchienen bei weitem weniger der Fall iſt.

Der Preisunterſchied zwiſchen den beiden Schienenarten iſt gering und beträgt für die parallelen ungefähr 1—2 % weniger, als für die gebauchten, welches aber nur von dem Patent auf die letztern herrührt, indem dieſelben mit eben der Leichtigkeit ausgewalzt werden, wie die parallelen.

Die folgende Tabelle enthält die Maaße und das Gewicht von den Schienen auf einigen Straßen, nebſt Hinweiſung auf ihre in den Abbildungen dargeſtellte Geſtalt.

Digitized by Google

Namen der Eisenbahnen.	Entfernung der Stützpunkte von einander	Höhe der Schienen	Breite der Schienen. Größte Breite	Breite der Schienen. Kleinste Breite	Länge einer Schiene		Gewicht eines laufenden Fußes Schienen		Gewicht der Last- od. Dampf-Wagen
	Zoll.	Linien.	Linien.	Linien.	Fuß.	Zoll.	Pfund.	Loth.	Zentner.
1) Parallele gewalzte Schienen.									
Bei Lyon	28 2/3 — 34 4/5	34 2/5	21 1/10	6 2/5	14	6 3/4	8	27	136
„ Reanne (Fig. 19 c und d)	27 1/7 — 31 1/3	34 2/5	21 1/10	6 2/5	15	11 1/6	8	27	136
„ Epinac (Fig. 14)	38 1/4	36 7/10	19 3/4	5 1/2	15	11 1/6	7	12	70
„ Denain (Fig. 15)	—	36 7/10	22	6	—	—	8	27	90
„ Elberfeld (Probebahn)	35 4/5	44 4/5	24	10	15	—	11	—	—
„ Brüſſel (Fig. 33)	36	40	30	9	15	—	11	21	—
„ Nürnberg (Fig. 11)	29 1/2	42	23	6	15	—	7	10	—
„ St. Helens-Runcorn (Fig. 20) . .	34 4/5	42 1/5	25 1/4	8 3/5	14	6 1/3	13	2	155
„ Leeds und Selby (Fig. 16)	34 4/5	45 8/9	26 2/3	6	14	6 1/3	14	19	—
„ Sunderland (Fig. 31 b)	—	44 1/2	22 1/2	6	14	6 1/3	9	23	78
„ Redruth	34 4/5	36 7/10	13 3/4	7 1/3	—	—	8	16	39
„ Wrexham	44	36 7/10	18 1/3	9 1/6	14	7 1/8	9	12	48
„ Clarence und Durham (Fig. 22) . .	—	34	25	5 1/2	15	—	13	10	—
„ Philadelphia und Columbia . . .	—	42	27	10	—	—	13	13	—
2) Bauchige gewalzte Schienen.									
Bei Darlington	34 4/5	25 7/10 — 39	25 1/4	6 2/5	14	6 2/3	9	12	155
„ Liverpool (Fig. 17. 18, 26, 27) . .	34 4/5	27 1/2 — 45 8/9	25 1/4	6 8/9	14	6 2/3	11	12	223
„ Manchester und Bolton (Fig. 25) . .	—	34 — 44	27	7	15	—	16	21	—
„ Wigan-Steinkohlen Bergwerke (F. 21)	—	29	25	5 1/2	—	—	10	10	—
„ Newcaſtle und Carlile (Fig. 24) . .	—	50	27	6	—	—	14	—	—
„ Cambden u. South Amboy in den Vereinigten Staaten (Fig. 23)	—	38	24	6	—	—	13	10	—
„ Feſtiniog (Fig. 29)	—	25	18 1/2	3	—	—	5	10	—
3) Gußeiſerne Schienen.									
Bei Andrézieux	43 1/2	32 1/9 — 64 2/9	23	9 1/6	3	9 7/8	14	16	74
„ Darlington und Hetton (Fig. 30) . .	44	36 7/10 — 66 1/2	25 1/4	6	3	9 7/8	14	24	155
„ Newcaſtle	44	—	18 1/3	—	3	10 2/3	13	30	78
„ Midleton unfern Leeds	35	41 3/10 — 55	23 2/5	8 3/4	2	11	13	8	107

Unterſtützung der Schienen.

Die Schienen müſſen nothwendig ſo befeſtigt werden, daß ſie immer in der nemlichen Höhe, immer parallel und immer bündig in den Stößen verbleiben, welches alles um ſo ſchwieriger zu erlangen, je ſchwerer das Fuhrwerk iſt und je geſchwinder es ſich bewegt.

Die Erhaltung der Höhe hängt vom Widerſtande des Bodens ab, der ſelten ſtark genug und noch ſeltner gleichförmig iſt; ſie hängt alſo größtentheils von der Grundfläche und dem Gewicht der Tragſteine ab. Anfänglich nahm man dazu Steine von 1 Fuß Länge und Breite und 8 Zoll Höhe; allmählig ſtiegen die Maaße bis auf beinahe 2 Fuß Länge und Breite und 1 Fuß Höhe, alſo bis auf das Sechsfache der Maſſe und neuerlich hat man gefunden, daß für große Geſchwindigkeiten des Fuhrwerks noch ſchwerere Steine erforderlich ſind. — Steine mit großer Grundfläche widerſtehen gut, weil ſie den Druck auf eine große Grundfläche vertheilen, und Steine von großem Gewicht durch die Trägheit ihrer Maſſe. Wenn das Fuhrwerk über den Stein hinrollt, ſo ſtrebt es, denſelben einzudrücken und der Erfolg der augenblicklichen Wirkung iſt um ſo geringer, je mehr Maſſe der Stein hat.

Es iſt zu der Unterſtützung der Schienen jede Steinart tauglich, ſobald ſie nur dem Froſt und der Ausdehnung der hölzernen Pflöcke widerſteht, die zur Befeſtigung der Schienenſtühle in die in den Stein gebohrten Löcher getrieben werden müſſen. Jedoch iſt ein großes ſpecifiſches Gewicht der Steinart vortheilhaft. Die Seiten der Steine werden nur ſehr aus dem Groben behauen, die obere Seite, welche dem Schienenſtuhle zum Lager dienen ſoll, etwas genauer. Wo, wie z. B. im nördlichen Deutſchland, viel große Geſchiebe, beſonders von Granit, Grünſtein und andern körnigen Geſteinen vorkommen, würden auf der oberen Seite behauene oder mit eiſernen Keilen geſpaltene Stücke dieſer Geſchiebe, die flache Seite nach unten gelegt und blos die obere etwas behauen, ſehr tauglich zu Tragſteinen ſeyn.

Digitized by Google

Wenn man, wie es gewöhnlich der Fall iſt, die Stützpunkte der Schienen 3 Fuß von einander legt und die Tragſteine $1\frac{3}{4}$ Fuß breit nimmt, wie z. B. zu Nürnberg, ſo bleiben nur noch $\frac{1}{2}$ der Länge übrig, in welcher die Schienen auf der bloßen Erde liegen. Man hat daher vorgeſchlagen, die Schienen durchweg mit Mauerwerk zu unterſtützen; allein dieſe Methode einiger Architekten wird von andern verworfen, welche eine fortlaufende Unterſtützung für nachtheilig halten, indem ein zu ſtarrer Widerſtand die ſtärkere und ſchnellere Zerſtörung der Schienen, ſo wie der Laſt- und Dampfwagen zur Folge habe. Dieß ſcheint auch die Erfahrung bei der Lyoner Eiſenbahn, durch Vergleichung der Stellen, wo die Schienen auf Kies und Felſenboden und wo ſie auf aufgeſchütteten Dämmen liegen, zu beſtätigen. Eine gewiſſe Elaſticität, wie ſie durch vereinzelte Unterſtützungspunkte erlangt wird, ſcheint alſo den Schienenbahnen vortheilhaft zu ſeyn, welches auch mit den auf den gewöhnlichen Chauſſeen gemachten Erfahrungen übereinſtimmt. Der bekannte Mac Adam hat die Beobachtung gemacht, daß die Abnutzung einer Chauſſee in Sommerſetſhire an den Stellen, wo ſie auf Felſen liegt, in dem Verhältniß von 7 : 5 ſtärker als da war, wo ſie über einen Moraſt führte. Bekanntlich läßt ſich auch ein Stein leichter zermalmen, wenn man ihn auf einen andern harten Stein, als wenn man ihn auf weiche Erde legt. — Die allgemeine Einrichtung der mit Tragſteinen unterſtützten Schienen geht aus den Fig. 9, 10, 11, 17, 18, 19, 30, 34 bis 39 u. 41 hervor.

Statt der Tragſteine wendet man zur Unterſtützung der Schienen auch hölzerne Schwellen oder Lager, die meiſtens quer unter beide Schienenreihen hindurch reichen und deren allgemeine Anordnung man aus Fig. 37 bis 39 erſieht, an. Solche Hölzer ſind 6 bis $7\frac{3}{4}$ Zoll hoch und $8\frac{1}{4}$ bis $11\frac{1}{2}$ Zoll breit; man nimmt aber auch getrenntes Holz dazu, die Schnittſeite nach unten gelegt (Fig. 39 und 41).

Auch bei der Brüſſeler Eiſenbahn ſind Querſchwellen angewendet, die aus Tannenholz beſtehen, deſſen Dauer man

Digitized by Google

zu 10 Jahren annimmt. Sie beſtehen aus geſpaltenem Holz, wie die Fig. 41 zeigt und ſind gewöhnlich 2 Fuß ſtark. Die Bearbeitung derſelben iſt ſehr roh und nur da auf der obern runden Seite, wo die Schienenſtühle befeſtigt worden, ſind Stellen flach gearbeitet. Dieſe Schwellen ſind natürlich weit einfacher und wohlfeiler als die Tragſteine. Zuweilen legt man dieſe Lagen auf andere, die mit den Schienen parallel laufen, oder auch blos auf Bohlen, welches eine ſehr breite und den Druck ſehr vertheilende Unterlage giebt. Jedoch widerſtehen die hölzernen Lager viel weniger als die Steine; die größern Steine wiegen wohl den vierten Theil des Drucks von einem Laſtwagenrade, die hölzernen kaum den dreißigſten Theil. Auch bemerkt man eine weit ſtärkere Bewegung der Schienen, wenn ſie auf Holz, als wenn ſie auf Steinen liegen. Da wo das Terrain ſehr trocken iſt, wie z. B. auf Anſchüttungen, die noch einige Senkung befürchten laſſen, ſind die Querſchwellen ſehr zweckmäßig und auf der Liverpool-Mancheſter-Eiſenbahn hat man auch ein ſolches Syſtem befolgt.

Um die Schienen beider Reihen unter einander zu verbinden, hat man auch gußeiſerne Querſtücke angewendet, die in der Mitte eingebogen waren, während die Enden derſelben Klauen zur Aufnahme und Befeſtigung der Schienen hatten, welches alſo die Schienenſtühle erſparte. Jedoch iſt man wieder davon abgegangen, wahrſcheinlich weil dieſe Querſtücke leicht zerbrachen und ſehr theuer waren.

Herr Crelle macht den Vorſchlag, die Schienen in aufgeſchüttetem Boden durch Pfähle zu unterſtützen, die 5 bis 6 Fuß lang, 6 — 8″ ſtark mit quer durchgehenden Holmen bedeckt ſeyn, und eine ſehr feſte Unterlage gewähren würde. Braucht man das Holz nicht zu ſchonen, ſo können die Schienen unmittelbar auf den Holmen befeſtigt werden. Muß man aber das Holz möglichſt gegen das Verfaulen ſchützen, ſo müßte man die Holme einige Fuß unter die Erdoberfläche verſenken, und dann die Schienen von aufgeſetzten Stühlen tragen laſſen.

Digitized by Google

Schienenſtühle (Chairs, Chaises, Coussinets).

Die Stellung der Schienenſtühle auf den Tragſteinen iſt nicht willkührlich, denn jene pflanzen den augenblicklichen Druck der Fuhrwerke auf die Schienen, auf den Stein fort und dieſem widerſteht der Boden. Der Theorie nach müßte daher, damit keine Verſchiebung erfolgen kann, die Richtung der mittlern von den widerſtehenden Kräften in die Richtung der mittlern der drückenden fallen; alſo muß der Mittelpunkt des Schienenſtuhls mit dem Schwerpunkte des Steins und der Grundfläche deſſelben in einer und derſelben Vertikale liegen, woraus folgt, daß die Steine eine beſtimmte Geſtalt haben, ſo wie daß die obere und die untere Fläche des Steins parallel ſeyn müßten. Wollte man nun dieſe, von ihrer Hypotheſe ab, allerdings ſehr richtige, mathematiſche Theorie genau befolgen, wollte man etwa Granitblöcke genau behauen laſſen, ſo würde man wohl viele Koſten unnöthig aufwenden. Ein recht großer Stein, bei dem die Schwerpunkte auch nicht ſo genau die beſtimmte Lage haben, wird unbehauen immer noch beſſer widerſtehen, als ein kleiner behauener. Und dieß erklärt ſich daraus, daß zwar wie ſchon bemerkt, die obige Theorie richtig iſt, nicht aber die Hypotheſe, von welcher ſie ausgeht, denn die Laſt drückt nicht blos immer vertikal, ſondern kann auch vielfältig, durch Stöße an die Fugen der Schienen, durch Andrängen der letztern ꝛc., ſchräg drücken, ſo daß ſich die Lage der Schwerpunkte nicht für alle Fälle beſtimmen läßt.

Nachdem die Stellung des Schienenſtuhls auf dem Steine beſtimmt iſt, wird der Stuhl durch zwei eiſerne oder hölzerne Dübel befeſtigt. Beſtehen die Dübel aus Eiſen, ſo treibt man erſt in die in den Stein gebohrten cylindriſchen Löcher hölzerne Pflöcke und dann in dieſe die ſtarken eiſernen Dübel, deren Köpfe den Stuhl feſthalten. Iſt das Holz zu den Pflöcken oder Dübeln ſehr trocken, oder befindet ſich das Loch zu nahe am Rande des Steins, ſo kann derſelbe geſprengt werden. Dieſe Löcher ſind zu Epinac 3³/₄ Zoll

tief und gegen 1 Zoll weit, zu Liverpool 6⁵/₆ Zoll tief und 1¹/₂ Zoll weit, zu Nürnberg 5¹/₄ Zoll tief und 1 Zoll weit (Fig. 11).

Zuweilen legt man zwiſchen die Steine und die Schienenſtühle eine preßbare Maſſe, wie z. B. auf der Bahn zwiſchen Selby und Leeds und zwiſchen Nürnberg und Fürth (Fig. 11—13) getheerten Filz; auf der von Roanne, auf einige Tauſend Meter Länge, dünne hölzerne Spähne. Der Zweck einer ſolchen Filz- oder Spahnlage iſt der, die Starrheit des Ganzen noch mehr zu vermindern, und durch die vollſtändigere Berührung die Stühle mehr gegen das Zerbrechen zu ſchützen, wenn ſie auf dem etwa nicht ganz glatten Stein, nicht überall aufliegen.

Die Löcher in den Stühlen haben gewöhnlich ein wenig vorſtehende Ränder, um den Schlägen des Hammers beſſer zu widerſtehen.

Die Befeſtigung der Stühle auf hölzerne Schwellen geſchieht mittelſt ſtarker eiſerner Nägel, wie z. B. auf der Brüſſeler Bahn (Fig. 40, 41).

Die Stühle ſind hier ſehr einfach. Ihre Grundfläche iſt 8 Zoll lang (a b) und 4 Zoll breit; die Höhe des Stuhls beträgt 5 Zoll. Der Einſchnitt F e k l zur Aufnahme der Schienen hat bei m m noch zwei Vertiefungen, die mit den rinnenförmigen Vertiefungen der Schienen c c (Fig. 33) korreſpondirt, in welche der Keil eingreift. Zwiſchen der Schiene und dem Einſchnitt in den Schienenſtühlen, bleibt ein Spielraum von 1—1¹/₂ Linien für die Ausdehnung des Eiſens in der Wärme.

Die Keile, mit denen man die Schienen in den Stühlen befeſtigt, ſind von Holz, oder von Stab- oder von getemperten Gußeiſen. Die hölzernen Keile, die man zuweilen mit Theer tränkt, machen die Verbindung weniger ſtarr, halten aber auch die Schienen weniger feſt gegen die Stöße der Fuhrwerke. Eiſerne Keile gewähren zwar eine feſtere Haltung; aber es können auch beim Eintreiben derſelben, oder durch den Stoß der Wagen auf die zu ſtarre Maſſe, die

Digitized by Google

Wangen der Stühle leichter abgeſprengt werden. Man hat die Keile an der innern, ſo wie an der äußern Seite der Bahn eingetrieben. Befinden ſie ſich an der äußern Seite, ſo wirken die Fuhrwerke, die immer die Schienen nach außen drängen, weniger heftig auf den Schienenſtuhl; beſonders wenn die Keile von Holz ſind. Die hölzernen Keile ſind aber auch deshalb zweckmäßiger an der äußern Seite, weil man ſie dann mit Erde bedecken kann, unter welcher ſie weniger trocken und loſe werden. Ueberhaupt befindet ſich wohl der Keil am beſten an der äußern Seite, weil alsdann die Schiene den Rand der Räder um ſo weiter von dem Stuhle entfernt, der zuweilen von ihm erreicht wird.

Zu Liverpool hat man die Wangen der neuen Schienenſtühle ſehr viel ſtärker gemacht, und zwei Keile, von jeder Seite der Stühle einen, angebracht. Dieſe Keile ſind von Eiſen und haben einen kleinen Knaggen, wie die Klammerbolzen, um durch Hammerſchläge beſſer wieder gelöst werden zu können (Fig. 17 und 18). Sehr bequem iſt die ſo eben angegebene Einrichtung des Feſtkeilens der Schienen auf den Stühlen bei der Brüſſeler Eiſenbahn, vermittelſt Ruthen in beiden, welche die 4 bis 5 Zoll langen Keile aufnehmen. Die frühere Einrichtung, Bolzen durch die Stühle und die Schienen zu ſtecken, hat man gänzlich aufgegeben.

Die Breite der Schienenſtühle, in der Richtung der Schienen, beträgt 3½—5 Zoll. Die Stühle an den Wechſeln der Schienen, welche alſo die Enden von zweien tragen, ſind zuweilen breiter als die übrigen und wie ſchon weiter oben bemerkt, unter den Stößen der Schienen etwas konvex. Der Boden des Stuhls iſt unter den Schienen etwa 1⅐ Zoll und außerhalb ¾ Zoll dick. Die Höhe der Wangen muß ſo ſeyn, daß die innere niemals von dem Rande der Räder berührt werden kann. Das Gewicht der Schienenſtühle iſt verſchieden und beträgt 6½—14 Pfund.

Der Zwiſchenraum zwiſchen den Stützpunkten richtet ſich nach der Stärke der Schienen und dem Gewichte der Fuhrwerke. Man kann bis zu einer gewiſſen Grenze, ent-

Digitized by Google

weder die Stützpunkte einander nähern, oder die Schienen verſtärken. So hat man bei Lyon und Roanne einige Strecken der Eiſenbahn dadurch verſtärkt, daß man auf die Länge einer Schiene einen Stützpunkt mehr anbrachte.

Viertes Kapitel.

Von der Auswahl einer Eiſenbahnlinie, — dem Verfahren beim Bau der Eiſenbahnen im Allgemeinen, — ihren Dimenſionen, — den Vorrichtungen zum Ausweichen, — den Drehſcheiben, — dem Uebergang der Wege über dieſelben, — den Einſchnitten in das Terrain, — den Aufſchüttungen, — den Straßenſtollen und Brücken.

Auswahl einer Eiſenbahnlinie.

Es giebt wenige Gegenſtände in der ganzen Civilbaukunſt, die ſo genaue Kenntniſſe und Erfahrungen und ſo ausgedehnte Ueberſichten von dem Handel und Verkehr zwiſchen verſchiedenen Punkten erfordern, als die Auswahl einer Linie für Eiſenbahnen und Kanäle. Wiewohl beide Fälle manches Aehnliche haben, ſo müſſen doch die beſondern Eigenthümlichkeiten eines Jeden berückſichtigt werden.

Vor allen Dingen iſt eine genaue Kenntniß der Oberflächenverhältniſſe der Gegend, durch welche die Eiſenbahn gehen ſoll erforderlich und eben ſo auch eine Kenntniß ihrer geologiſchen Verhältniſſe, d. h. der Gebirgsgeſteine, aus welcher ſie beſteht. Erzlagerſtätten, Steinkohlen, Kalk, Mergel, Bauſteine ꝛc. erlangen, wenn ſie in der Nähe einer Eiſenbahn vorkommen, einen großen Werth.

Auch das Intereſſe des Ackerbaues darf nicht außer Acht gelaſſen, und es müſſen bei Anlage der Eiſenbahn wo mög-

Digitized by Google

lich ſolche Anordnungen getroffen werden, um den Vortheil der Landbeſitzer, durch deren Beſitzungen die Eiſenbahn geht, zu befördern. Denn auf der einen Seite hat die Anlage einer Eiſenbahn viel Unbequemes und Nachtheiliges für den Landbeſitzer, weshalb es nöthig iſt, dies durch Aufmerkſamkeit auf jeden Umſtand, der den Werth der Grundſtücke zu erhöhen vermag möglichſt zu kompenſiren.

Bei der Berückſichtigung des Intereſſes eines Fabrikdiſtrikts, muß hauptſächlich die Zeit, als wichtigſtes Element, bei allen gewerblichen Zwecken in Betracht kommen, und daher hat der Ingenieur beſonders darauf Bedacht zu nehmen, daß die Eiſenbahnlinie den möglichſt kürzeſten Weg nehme; er muß den Umſtand berückſichtigen, ob es vortheilhafter oder unvortheilhafter ſey, theure Einſchnitte und Aufſchüttungen bei gerader Linie zu machen, als dieſelben bei Umwegen zu vermeiden. Er muß ſtets die wirklichen den ſcheinbaren Erſparungen vorziehen.

Um die Wahl einer Eiſenbahnlinie zu erleichtern, inſofern dies die Oberfläche einer Gegend betrifft, muß der Ingenieur wohl berückſichtigen, daß die Natur bei der Bildung der Berge, Hügel und Thäler ſehr ſyſtematiſch zu Werke gegangen iſt, obgleich dies auf den erſten Blick durchaus nicht der Fall zu ſeyn ſcheint. Es ſind aber die Unebenheiten der Erdoberfläche das Reſultat der gleichförmigen Wirkung natürlicher Urſachen und man kann ſie wirklich mit weit weniger Schwierigkeit verfolgen und beſchreiben, als man anfänglich glaubt. Hat man eine bedeutende Strecke von Land aufzunehmen, ſo geben ſeine Ströme und Flüſſe die ſicherſten Andeutungen von ſeinen Erhebungen und Vertiefungen; ſie geben jede Veränderung des Falls an und dem erfahrnen Auge mit ziemlicher Genauigkeit.

Nachdem man auf dieſe Weiſe eine oberflächliche Ueberſicht von der beſten Richtung einer Eiſenbahnlinie erlangt hat, ſchreitet man zu einer genauern Aufnahme und Nivellirung der Gegend, durch welche ſie gehen ſoll. Herr Tredgold empfiehlt dies mittelſt rechtwinklichen Linien zu

Digitized by Google

thun, da dies bei weitem zweckmäßiger als eine Triangulirung ſey, indem man dadurch eine genaue Kenntniß von der Oberfläche der Gegend erlange. Er verſucht es, vermittelſt einer Abbildung, den Vortheil dieſer Methode einleuchtend zu machen. Es ſey A. B. Fig. 32 ein Theil von der projektirten Linie und CD die Breite der in der Aufnahme begriffenen Gegend. Man wähle in paſſenden, und von dem Wechſel des Niveaus abhängenden Entfernungen von einander Stationen a a a, darauf nivellire man die Hauptlinie AB und auch die Querlinien bbbb ꝛc. recht genau und trage die Reſultate, wie Fig. 32 zeigt, auf den Grundriß der Straßenlinie. Iſt die Entfernung zwiſchen zwei Punkten b beträchtlich, ſo iſt vielleicht eine nachträgliche Linie in der Hauptrichtung erforderlich. Die ſchraffirten Linien zeigen die Form der Oberfläche auf den Linien AB, bb, bb, ꝛc. des Grundriſſes und die letztern ſind rechtwinkliche Durchſchnitte auf AB. Es iſt alſo leicht die Ausdehnung der Einſchnitte oder der Aufſchüttungen zu erkennen, die zu vermeiden ſind, wenn man die Lage der Hauptlinie verändert. Ein Plan dieſer Art iſt ſehr zweckmäßig.

Jedoch muß bei der Beſtimmung einer Eiſenbahnlinie auch noch hauptſächlich berückſichtigt werden, ob der Verkehr in einer von mehreren Richtungen derſelben ſeyn wird. Iſt er in denſelben gleich, ſo wählt man die oberſte.

Allgemeines Verfahren bei dem Bau einer Eiſenbahn.

Zunächſt werden die Steine zugehauen und die Löcher zu eiſernen oder hölzernen Dübeln in dieſelben gebohrt. Dieß geſchieht entweder auf die bekannte Weiſe durch bergmänniſche Bohrer, indem dieſelben mit der linken Hand auf den Stein geſetzt und auf demſelben, oder in dem nach und nach entſtehenden Loche, nach und nach um ihre Peripherie gedreht werden und indem man mit dem, mit der rechten Hand gehaltenen Hammer, auf den Kopf des Bohrers ſchlägt; oder auch durch eine Steinbohrmaſchine, wie ſie, bei Anlage

Digitized by Google

der Nürnbergereiſenbahn benutzt, in Fig. 42 und 43 abgebildet iſt und deren Einrichtung aus dieſer Abbildung erſichtlich iſt. Die gebohrten Steine werden alsdann zur Stelle gebracht und die Schienenſtühle darauf befeſtigt.

Nachdem nun die Dammarbeiten auf der Straßenlinie, von denen wir weiter unten reden werden, vollendet ſind, wird die Mittellinie der Bahn vermittelſt Pfählen bezeichnet, die 5 oder 6 Schienenlängen von einander abſtehen. Die Pfähle werden von 80 zu 80 Ruthen mit der Libellenwaage abgewogen. An den Seiten jedes Pfahls, außerhalb der Schienenreihe, ſetzt man zwei andere Pfähle, deren Köpfe nach der Satzwage, mit den mittlern Pfählen in gleiche Höhe gebracht werden.

In den Linien der Schienen wirft man der Länge nach Gräben auf, um die Steine aufzunehmen. Den Boden muß man auf das Sorgfältigſte zu befeſtigen ſuchen, welches durch Feſtrammen mittelſt eines Rammklotzes wie Fig. 44 geſchieht.

Zuerſt ſetzt man diejenigen Steine welche unter die auf die Pfähle treffenden Stöße der Schienen zu liegen kommen; ſodann die Steine unter den übrigen Stößen. Die Stellen derſelben giebt die Mittellinie; ihre Höhe findet ſich durch Steinſetzerviſire, auf die Schienenſtühle der zuerſt gelagerten Steine geſetzt. Nachdem alle Steine unter die Schienenſtöße geſetzt ſind, giebt eine Schnur von dem Boden eines Schienenſtuhls bis zu dem des nächſten ausgeſpannt, die Stelle und Höhe der zwiſchenliegenden Steine an. Auf der Nürnberger Bahn hat man wie Fig. 35 zeigt, von 300 zu 300 Fuß, ſogenannte Normalſteine gelegt, die 6¾ Fuß lang ſind, d. h. über die ganze Bahn gehen, gleiche Breite mit den übrigen (1¾ F.) und eine Höhe von ebenfalls 1¾ Fuß haben, wogegen die übrigen nur 15 Zoll hoch ſind. Sie dienen hauptſächlich zur genauen Beſtimmung der Breite der Bahn, haben aber auch den Zweck, das Seitwärtsdrängen der Schienen durch die Räder der Fuhrwerke zu verhindern. Dieſe Vorſicht, durch welche die Breite der Bahn

Digitized by Google

erhalten wird, iſt auf weichem Boden und auf aufgeſchütteten Dämmen ſehr nothwendig und wenig koſtbar, weil man die Querſtücke zugleich zu der vorläufigen Straße, zum Transport der Erde benutzen kann.

Hierauf werden die Schienen zur Stelle gebracht, auf einem ambulanten Amboß genau gerichtet und dann in die Schienenſtühle gelegt und feſtgekeilt. Man muß dahin ſehen, daß die Schienen genau auf dem Boden aller Stühle auf- und daß ſie gleich hoch und gerade liegen.

Der Reſt der Gräben wird nun mit Sand, Kies oder zerſchlagenen Steinen ausgefüllt, die ſtark gegen die Tragſteine geſtampft und mit dem in Fig. 44 dargeſtellten Rammklotz wiederholt feſtgerammt werden. Zuweilen hebt man auch, ſtatt Gräben, den Boden in der ganzen Breite der Straße aus.

Es iſt vorzüglich nothwendig, daß die Steine nicht wanken, und daß ſie mit allen Punkten ihrer untern Fläche den Boden berühren. Bei Liverpool und auch bei Nürnberg hat man daher beim Setzen der Steine auf folgende Weiſe verfahren. Eine Art von Dreifuß, Fig. 45, 5½ Fuß hoch, diente zum Auflager eines 13 bis 16 Fuß langen Hebels. Am Ende des langen Arms deſſelben waren Zugſeile geknüpft, wie bei einer Ramme, um den Hebel herunter zu ziehen. Am Ende des andern, kurzen Arms, des Hebels war eine Kette, die mittelſt eines Hackens in dem ſchon am Steine befeſtigten Schienenſtuhl griff. So hob man den Stein, welcher gegen 6 Ztr. wog auf, rammte mit ihm ſelbſt, indem man ihn wieder fallen ließ, den Boden feſt, der nun zugleich genau, die Geſtalt der kleinen Unebenheiten der untern Fläche des Steins annahm. Man hat dieſes Verfahren ſehr gut befunden, weil man ſich ſeiner bei Liverpool noch immer und bei Nürnberg noch neuerlich bediente, obwohl es ſcheint, daß dadurch die Befeſtigung des Schienenſtuhls am Steine leiden müſſe.

Zuweilen füllt man den Boden der Gräben unter den Schienen mit einem Bett von zerſchlagenen Steinen, 9½ Zoll

hoch, aus, auf welches man die Tragſteine ſetzt. Durch dieſes Verfahren erlangt man viele Feſtigkeit und der Abfluß des Waſſers geſchieht durch kleine Kanäle, von Strecke zu Strecke. Man hat ein ſolches Steinbett bei Leeds und Selby und bei Nürnberg (ſiehe Fig. 34, 36, 37 und 39) gemacht; aber es ſcheint, daß es nur auf weichem Boden angemeſſen ſey. Die zerſchlagenen Steine werden ſich unter den Stößen der Wagen auf ähnliche Weiſe verhalten, wie unter den gewöhnlichen Fuhrwerken, ſie werden ſich zuſammendrängen, in einander keilen, und alſo zuletzt weniger Raum einnehmen. Die Schienen müſſen alſo ſinken; aber da die Steine einander gleich vorausgeſetzt werden können, ſo wird ſolches gleifórmig geſchehen.

Setzt man die Schienenſtühle auf Querſtücke, ſo iſt es ſchwieriger ſie zu richten, weil das eine Ende des Querſtücks verſchoben wird, wenn man das andere Ende hebt, oder ſenkt. Dagegen läßt ſich leichter der Parallelismus der Schienen erlangen.

Die Schienen dürfen nicht ſcharf zuſammenſtoßen; es muß zwiſchen zwei Schienenenden ein Spielraum von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linien bleiben, als ſo viel eine Schiene von $14\frac{1}{2}$ Fuß lang ſich ausdehnen kann, wenn man annimmt, daß ſie bei 0° Wärme gelegt wird und die größte Sonnenwärme nicht über 32° Reaum. ſteigt. Der Zwiſchenraum darf aber, verdoppelt, nur je bei der zweiten Schiene gelaſſen werden, und die Schienen können paarweiſe einander unmittelbar berühren. Aber nicht weiter dürfen die Zwiſchenräume von einander entfernt werden, weil ſonſt die Schienen nicht frei genug auf den Stühlen würden gleiten können.

Zuweilen neigt man die Oberfläche der Schienen ein wenig gegen einander, um die Wagen um ſo beſſer in die Bahn zu drängen. Dieſe Neigung iſt insbeſondere den koniſchen Rädern angemeſſen.

Die Stöße der Schienen in den beiden Linien können auf verſchiedene Weiſe angeordnet werden. Bei Liverpool, ſcheint es, habe man anfänglich die Stöße der einen Linie

Digitized by Google

den Mitten der Schienen in der andern Linie gegenüber gelegt. Dies hat ſich aber durch die allmähligen Ausbeſſerungen und Erneuerungen der Schienen verändert. Bei Lyon, bei Nürnberg ꝛc. ſind die Schienenſtöße einander gegenüber gelegt worden. Bei der erſten Art kann ein Stoß nie von mehr als einem Rade getroffen werden; bei der zweiten Art werden zwei Stöße zugleich getroffen; aber der Parallelismus der Schienen läßt ſich bei der zweiten Art beſſer erhalten, weil ein Querſtück zwei Stöße und folglich 4 Schienen auf einmal verbindet.

Breite der Eiſenbahnen, und Ausweichſtellen.

Die Breite der Bahnen hängt von der Breite der Wagen ab, nemlich von der Entfernung der äußern Seiten der Radränder von einander, zu welcher noch ¾ Zoll Spielraum kommen muß.

Die Breite der folgenden Eiſenbahnen, von der Mittellinie der einen Schienenreihe bis zur Mittellinie der andern gemeſſen, beträgt:

von Leeds nach Midleton	4	Fuß	2	Zoll
zu Sunderland	4	„	5½	„
von Redruth nach Reſtrongett	3	„	10¼	„
von Darlington nach Stockton	4	„	8½	„
von Liverpool nach Mancheſter	4	„	8½	„
von Canterbury nach Whiteſtable . . .	4	„	10	„
von Leeds nach Selby	4	„	9	„
Die Bills über die neueſten Eiſenbahnen in England beſtimmen für die Breite zwiſchen den Schienen wenigſtens . . .	4	„	6¼	„
für die Breite außerhalb den Schienen, höchſtens	4	„	11¼	„
von St. Etienne nach Andrèzieux . . .	4	„	9	„
von Lyon nach Roanne	4	„	9⅓	„
bei Epinac	4	„	10	„
bei Denain	4	„	9⅓	„
bei Nürnberg	5	„	—	„

Digitized by Google

Wenn eine Eiſenbahn einfach iſt, oder nur zwei Reihen Schienen hat, ſo müſſen Verdoppelungen vorhanden ſeyn, wo die ſich begegnenden oder die mit verſchiedener Geſchwindigkeit fahrenden Wagen einander ausweichen können. Die Entfernung der Ausweichſtellen (Siding or passing places) von einander, richtet ſich nach der Frequenz der Straße, die Länge der Ausweichſtellen nach der Länge des Zuges der aneinander gehängten Wagen. Die Länge der Ausweichſtellen zuſammen beträgt den 17ten bis 8ten Theil der Bahn, und wo die Paſſage frequent iſt, auch wohl noch mehr. Auf Bahnen wo mit Dampfwagen transportirt wird, muß in der Ausweichung wenigſtens der Raum für den Dampfwagen und alle (20—24) angehängte Wagen ſeyn. Der Raum zwiſchen der Haupt- und der Neben- oder Ausweichbahn beträgt gewöhnlich nur 4 bis 5 Fuß. Bei der Darlington-Bahn ſind ſo viel Ausweichplätze in der Hauptlinie angebracht, daß man immer von einem zum andern ſehen kann, und ein eigenes Reglement beſtimmt, welche Wägen bei dem Begegnen in der Hauptbahn bleiben, und welche in den Ausweichplatz fahren müſſen. Fig. 46 zeigt den Grundriß der Hälfte eines Ausweichplatzes, es ſind auf demſelben die verſchiedenartigen Schienenſtücke (Radlenker-Switchs) a b, c d und e f, welche in den Fig. 47, 48 u. 49 in größerm Maaßſtabe dargeſtellt ſind, bemerklich; Fig. 52 ſtellt den Durchſchnit von Fig. 47 nach der Linie k l dar, Fig. 53 den Durchſchnitt von Fig. 49 nach der Linie m n. Das Geleiſe in Fig. 52 hat 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll Breite und zur Aufnahme der Spurkränze der Räder $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll Tiefe.

Die Schienenſtücke c d und e f ſind Zungen von Schmiedeeiſen, welche um die Punkte c und e beweglich ſind und geöffnet und geſchloſſen werden, je nachdem der Wagen ſich bewegen ſoll. Findet die Bewegung des Wagens in der Richtung von A nach B ſtatt, ſo wird die Zunge c d geöffnet, die Zunge e f bleibt aber geſchloſſen. Bei der Fahrt von C nach A bleibt c d geſchloſſen und e f wird geöffnet. Bewegt ſich der Wagen von B nach A, ſo ſchließt der Wagen

Digitized by Google

die Zungen durch den Spurkranz der Räder nach Bedürfniß. Bei der Bewegung von C nach A, ſchließt der Wagen die Zungen von ſelbſt. Hieraus iſt erſichtlich, daß nur allein bei der Bewegung des Wagens von A nach B der Wagenführer nöthig hat, auf die Lage der Zungen zu achten, und wenn ſie für die Richtung, welche der Wagen nehmen ſoll, nicht paſſen, abzuſteigen und die beweglichen Zungen zurecht zu legen. Es iſt aber nöthig, daß die Zungen immer ſo liegen bleiben, daß die Hauptbahn geöffnet iſt. Um die Zungen in ihrer Lage zu erhalten, werden keilförmige Eiſenbleche O, von 4 bis 6 Zoll Länge und 1/2 Zoll Stärke, welche an kleinen Kettchen befeſtigt ſind, zwiſchen einem auf der Schiene angegoſſenen Vorſprung und die Zungen eingeſchoben.

Zur Verhinderung des Anſtoßens der Spurkränze der Wagenräder an die Spitze i, ſind auf jeder der äußern Seite die Leit= oder Einweiſeſchienen (check rails) g h angebracht, die häufig aus Holz beſtehen und mit Eiſen beſchlagen, gewöhnlich 6 Fuß lang ſind:

Um die Zunge bei F, wenn ein Wagen von B nach A gefahren iſt, von ſelbſt zu ſchließen, wodurch die Hauptbahn zur Paſſage frei wird, hat man die in Fig. 54 dargeſtellte mechaniſche Vorrichtung angebracht: a iſt die feſte Schiene, f die bewegliche Zunge; iſt f durch die Bewegung des Fuhrwerks von B nach A zur Seite geſchoben, ſo wird dieſe Zunge durch den Winkelhebel b c d wieder an die Schiene gedrückt. Man hat noch mehr Vorrichtungen der Art.

Bei Liverpool ändert man die Richtung auf eine Weiſe, welche noch beſſer zu ſeyn ſcheint. Es dreht ſich nemlich ein Theil der Schienen ſelbſt um einen Mittelpunkt und legt ſich nach Erfordern in die eine oder in die andere Richtung der Bahn. Die beweglichen Theile der Schienen ſind ohngefähr 5 3/4 Fuß lang, und etwa 4 Zoll von ihrem Ende geht eine Stange hindurch, welche ſie zieht oder treibt. Dieſe Stange endigt ſich an der Seite der Bahn in ein horizontales Rechteck von 7 2/3 Zoll breit und 15 1/3 Zoll lang, in welchem ſich ein excentriſches Stück bewegt, deſſen ver=

tikale Axe nach Belieben vermittelſt eines 3 Fuß 2 Zoll langen Hebelarms gedreht wird. Dadurch können die Enden der Schienen etwa um $3\frac{4}{5}$ Zoll verſchoben werden: Das Ganze Fig. 60 und 61 iſt von geſchmiedetem Eiſen. Fig. 62 ſtellt eine andere Einrichtung des excentriſchen Stücks auf dem Schienenwege bei St. Helens=Runcorn vor.

Wenn die Geſchwindigkeit der Fuhrwerke ſehr groß iſt, ſo daß zu fürchten, die Ränder der Räder bei den Lenkern würden über die Schienen ſpringen, ſo legt man zur Sicherheit große hölzerne Lenker hin, gegen welche ſich die Felgen der Räder auf die Weiſe ſtemmen, wie die Ränder der Räder gegen die Schienen. Dieſe großen Lenker ſind $12\frac{3}{4}$ bis 16 Fuß lang und bewegen ſich auf einem Holz, deſſen obere Fläche mit dem Terrain gleich hoch iſt. Sie ſpringen über dieſes Stück $4\frac{1}{4}$ bis $5\frac{3}{4}$ Zoll vor, gegen welchen Vorſprung ſich die Radfelgen legen (Fig. 63 a—c). Man bewegt die hölzernen Radlenker beſonders.

Die hier beſchriebenen Vorrichtungen werden auch da angewendet, um bei Doppelbahnen, von einer zur andern zu kommen; jedoch brauchen die Tangenten der alsdann zu machenden Biegungen nicht nothwendig in die Richtung der Hauptlinie zu fallen. Es iſt hinreichend, wenn der Winkel des Zuſammenſtoßens der Linien die Wagen nicht zu plötzlich aus ihrer Richtung lenkt und wenn das Rechteck, welches die geraden Linien zwiſchen den Berührungspunkten der vier Räder eines Wagens zur Seite hat, überall in die horizontale Projektion der zuſammenſtoßenden Bahnlinien eingeſchrieben werden kann. Der Winkel kann nach dieſer Regel 3 bis 6 Grad betragen.

Bei den Abgangs= und Ab= und Aufladeorten müſſen Nebenbahnen nach den Standorten der Wagen außerhalb der Hauptbahn gebauet werden.

Iſt der Verkehr auf einer Eiſenbahn ſehr ſtark, ſo müſſen zwei Bahnen angelegt werden, die eine für die gehenden und die andere für die kommenden Fuhrwerke. Der Zwiſchenraum zwiſchen beiden Bahnen hängt von der Breite der

Digitized by Google

Ladung der Bahnwagen ab. Es beträgt die Entfernung der Mittellinie des Zwiſchenraums von der Mittellinie jeder Bahn:

auf	der	von Darlington	nach Stockton	. 4 Fuß	$\frac{1}{6}$	Zoll
=	=	= Liverpool	= Mancheſter	. 5 =	$2\frac{1}{2}$	=
=	=	= Leeds	= Selby .	. 6 =	$3\frac{2}{3}$	=
=	=	bei Sunderland	. . . . . .	. 3 =	$6\frac{4}{5}$	=
=	=	von Lyon nach Roanne	. . .	. 3 =	$2\frac{1}{3}$	=
=	=	bei Epinac	. . . .	. 3 =	$2\frac{1}{3}$	=

Drehſcheiben.

Die von einer Hauptbahn abgehenden Seitenbahnen werden entweder in ſanft gekrümmten Bogen angelegt, wie in Fig. 59, oder wo dieſe wegen fehlenden Raums nicht angebracht werden können, beſonders bei kurzen Nebenbahnen, welche z. B. an das Ufer der Flüſſe zu den Abladeplätzen, oder von den Waarenhäuſern zur Bahn führen, wendet man ſogenannte Drehſcheiben an. Fig. 64 und 65 zeigen die Verbindung eines Seitenarms mittelſt einer ſolchen Scheibe (auf der Liverpool-Mancher Eiſenbahn) deren Mittelpunkt den Treffpunkt beider ſich ſchneidenden Bahnen bildet, und die ſo groß iſt, daß ein Dampf- oder ein Laſtwagen (die Perſonenwagen kommen nicht in dieſe Häuſer) jeder einzeln bequem darauf ſtehen kann. Die Oberfläche der Scheibe liegt mit der des Wegs in einer Ebene und ſind auf derſelben 2 Schienen a b, a b befeſtigt, welche mit denen beider Bahnen genau einerlei Höhe und Entfernung haben. Iſt die Scheibe ſo geſtellt, daß die darauf befindliche Bahn mit der ſtehenden korreſpondirt, ſo können die ankommenden Wagen entweder über ſie weiterfahren, oder, wenn eine in den Seitenarm gehen ſoll, darauf ſtill geſtellt werden, worauf die Scheibe ſo weit gedrehet wird, daß die Schienen derſelben mit denen des Seitenarms eine Linie bilden, und der Wagen auf letzterm weiter fährt. Soll derſelbe, oder eine Maſchine, denſelben Weg zurückgehen, den ſie gekommen, ſo wird die Scheibe halb umgedreht, wonach die Schienen wieder dieſelbe Rich-

Digitized by Google

tung annehmen, ſich aber mit den entgegengeſetzten Enden berühren. Die Konſtruktion dieſer Scheiben iſt folgende: im Treffpunkt der Mittellinie beider ſich kreuzenden Schienenbahnen, iſt in einem gehörig verbundenen Quaderſtein Fig. 66 ein aufrecht ſtehender Zapfen eingelaſſen. Um denſelben iſt ein mit dem Umfang der Scheibe harmonirender, in der Oberfläche glatt gearbeiteter, platter Ring koncentriſch eingelaſſen. Auf dem Zapfen in der Mitte dreht ſich eine gußeiſerne Haube, welche den Mittelpunkt eines durch 8 Speichen mit ihr verbundenen Kranzes bildet. Auf demſelben und der Armen ſind in 2 Reihen 6 Schienenſtühle, ähnlich denen auf dem Wege angegoſſen, in welchen zwei Schienenſtücke mit Keilen ſo befeſtigt ſind, daß die Spurweite genau mit der Bahn übereinkommt. Die genaue Höhenlage dieſer Schienen wird durch die Länge des Zapfens bedingt, dieſelben werden auch an den Enden, nach der Rundung der Scheibe abgearbeitet, während daſſelbe mit den Enden der unbeweglichen Schienen geſchieht, wodurch ein genauer Schluß bewirkt wird. Um den feſten Rand der Scheibe zu ſichern und ſie doch bequem drehen zu können, ſind unter dem Umfang derſelben 8 Frictionsrollen angebracht, die ſich auf der Oberfläche des eingelaſſenen platten Rings drehen, und in gußeiſernen Laſchen befeſtigt ſind, welche ſich auf der Unterſeite der Scheibe befinden. Zur Feſtſtellung der Scheibe bei der Korreſpondenz mit der einen oder der andern Bahn iſt ein Klinkhaken angebracht, der vor der Drehung leicht aufgehoben werden kann und von ſelbſt einfällt, wenn die Scheibe denjenigen Stand erreicht, wobei die Schienen auf derſelben mit denen der einen oder andern Bahn einerlei Richtung haben. Damit kein Schmutz auf die Friktionsräder gelangen, man auch bequem über die Scheiben gehen kann, iſt das Fig. 66 gezeichnete Gerippe mit ſtarkem Eiſenblech abgedeckt, zu deſſen Aufnahme die Arme und der Kranz mit den gehörigen Vertiefungen und Nietlöchern verſehen ſind.

Um ohne Umſtände das Gewicht der verſchiedenen Ladungen ermitteln zu können, werden auf

Digitized by Google

den in die Liverpooler Waarenlager führenden Seitenarmen, Decimalwaagen von bekannter Einrichtung angelegt, ſo daß ein Stück der Bahn ſelbſt die Laſtſcheibe bildet, während in einem daneben befindlichen Verſchlag die Gewichte in einen an der Hebelverbindung befindlichen Kaſten eingeſetzt werden. Durch den Druck auf einen andern Hebel können aber auch die beweglichen Bahnenſtücke feſtgeſtellt werden.

Durchſchneiden der Chauſſeen und Wege durch die Eiſenbahnen.

Die Eiſenbahnen durchſchneiden ſehr häufig Wege und Chauſſeen und kann man unter dieſen Umſtänden:

1) Die Bahn mittelſt einer Brücke über die Chauſſee, oder mittelſt einer Tageſtrecke (Tunnel) unter dieſelbe;
2) die Chauſſee mittelſt einer Brücke über die Eiſenbahn oder mittelſt einer Tageſtrecke unterhalb die Bahn verlegen, oder
3) in gleicher Höhe Chauſſee und Eiſenbahn ſich durchſchneiden laſſen,

je nachdem die eine oder die andere Verfahrungsweiſe den Umſtänden gemäß am zweckmäßigſten erſcheint.

In Fig. 55 iſt das Durchſchneiden einer Straße in gleicher Höhe mit der Eiſenbahn, im Grundriß und in Fig. 56 im Durchſchnitt dargeſtellt. Die Schienen werden auf gewöhnliche Art auf Tragſteinen, welche in die Straße verſenkt ſind, in den Stühlen befeſtigt, und auf der innern Seite der Schiene aber ein Falz oder eine Oeffnung von 2 Zoll Tiefe und 1½ Zoll Breite für die Spurkränze gelaſſen; damit jedoch dieſe Oeffnung ſich gehörig erhalte, wird auf der andern Seite derſelben in paralleler Richtung zur Schiene ein hinlänglich ſtarkes, mit Eiſen beſchlagenes Stück Holz (a b Fig. 55) oder auch eine zweite Schiene eingelegt. Auf dieſe Weiſe können nunmehr alle Wagen ohne Anſtand über die Straße fahren, ſo wie auch die Bahnwagen in ihrer Spur fortlaufen und nur erfordert wird, daß die Oeffnung von Zeit zu Zeit gereinigt werde.

Digitized by Google

Zur Vermeidung dieſer Mühe iſt bei der Liverpool-Mancheſter Eiſenbahn folgende Conſtruktion eingeführt worden. Es wird der Länge nach unter jeder Schiene ein gewölbter Kanal in ſolcher Weite angelegt, daß ein Knabe durchkriechen und ihn reinigen kann. Der Kanal iſt immer auf 18 Zoll Länge oben geſchloſſen, wie Fig. 57, dann aber wieder auf 18 Zoll Länge oben offen wie Fig. 58. Die Schienen a b von hinlänglicher Stärke ſind an Quaderſteine befeſtigt und halten durch kleine Quereiſen 0,0, die Bahnſchiene c in der gehörigen Entfernung, und zwar ſo, daß die leichte Oeffnung zwiſchen den Bahnſchienen c und den Schienen a, b immer 1¼ Zoll beträgt.

Der Straßenkoth kann, wo das Gewölbe offen iſt, ſogleich in den unterirdiſchen Kanal fallen, an den Stellen aber, welche geſchloſſen ſind, befindet ſich auf der Mitte des Gewölbes ein Lager, welches die Bahnſchienen und die Schienen a b aufnimmt. Der Falz für den Spurkranz iſt hier auch vorhanden, und da da der letztere die Unreinigkeiten auf 18 Zoll Weite leicht fortſchieben und bis zur nächſten Oeffnung des Gewölbes bringen kann, ſo erhellet, daß durch dieſe Einrichtung das Reinigen der Felge faſt ganz beſeitigt wird.

Einſchnitte in das Terrain, und Aufſchüttungen.

Die Dammarbeiten, Aufſchüttungen und Einſchnitte bei einer Eiſenbahn ſind denen zu einer Chauſſee ähnlich, obgleich ſie auch manches Eigenthümliche haben. Die richtigen Regeln für den Bau der Chauſſeedämme müſſen wir hier als bekannt vorausſetzen und können nur wenig davon erwähnen.

Da das Waſſer, in beiden Fällen, rechts und links zur Seite geſchafft werden muß, und ſolches bei der Schienenbahn faſt noch nothwendiger iſt, als bei der Chauſſee; ſo macht man an den eingeſchnittenen Stellen, am Fuße der Böſchungen, kleine Gräben (Fig. 67, 68, 69, 70, 71, 72,

Digitized by Google

74). Sie ſind oben $2\frac{1}{4}$ (bei Leeds und Selby) bis zu $3\frac{1}{4}$ Fuß (bei Liverpool und Darlington) breit, und müſſen ſo tief ſeyn, daß das Waſſer, welches darin ſtehen bleiben könnte, immer tiefer ſtehe, als die untere Fläche der Schienen-Tragſteine. Im Allgemeinen richtet ſich die obere Breite, der Böſchung wegen, nach der Tiefe der Gräben und läßt ſich daher nicht vorher beſtimmen. Auf der Liverpool-Bahn ſind die Gräben $3\frac{1}{4}$ bis $4\frac{3}{4}$ Fuß von der äußern Schienenreihe entfernt.

Die Breite des Banketts d. h. die Entfernung der Böſchung der Aufſchüttungen von der äußern Schienenreihe, beträgt bei der Liverpool-Bahn $4\frac{3}{4}$ Fuß. Dieſe Breite ſcheint vollkommen hinreichend zu ſeyn, um allen Erſchütterungen von der Bewegung der mit größter Geſchwindigkeit fahrenden Wagen zu widerſtehen, auf der Bahn von Lyon beträgt ſie nur $2\frac{1}{4}$ Fuß und auf den Dämmen mehrerer ſteiler Bahnabhänge in England, über welche täglich 3 bis 4 hundert Wagen fahren, ſind die Banketts nicht breiter als 2 Fuß, und auch an mehreren Stellen in der Ebene nicht (Fig. 73).

Sehr merkwürdig ſind die auf der Liverpool-Mancheſter Bahn ausgeführten Dammarbeiten, ſo daß wir nicht umhin können ſie etwas näher zu betrachten.

Gleich beim Beginn der Erdarbeiten wurden bewegliche Schienenwege angelegt und die zugehörigen Wagen angeſchafft, mittelſt welchen alle Materialientransporte längs der ganzen Linie bewirkt worden ſind. Dieſe beweglichen Schienenbahnen beſtanden aus Querſchwellen mit aufgenagelten gußeiſernen Stühlen, in welche gewalzte Schienen mittelſt Keilen leicht befeſtigt und gelöst werden konnten. Die auf ſolchen beweglichen Bahnen gebräuchlichen Wagen werden weiter unten beſchrieben werden; bei den hier gebrauchten beſtand der Kaſten aus Eiſenblech. Die Transportweiten des Materials erſtreckten ſich von einigen Yards bis zu 3 und 4 engl. Meilen, und ein nicht unbedeutender Theil mußte mit Maſchinen aufgezogen werden, theils weil die Brücken

nicht vollendet waren, theils um das feſteſte Material auf die Oberfläche zu bekommen.

Nachdem nemlich die Aufſchüttungen aus dem Rauhen bewirkt waren, hat man die Oberflächen befeſtigt, um dieſelben gegen Beſchädigungen und Regengüſſe zu ſchützen, hauptſächlich aber, um den Unterſtützungen der Schienen ein ſicheres Lager zu verſchaffen und das Sinken einzelner Schienen zu verhindern. Dieſe Befeſtigungsdecke iſt 2 Fuß ſtark, von den aus den Felsdurchbrechungen gewonnenen Steinen, mit Sand vermiſcht, aufgeſchüttet und feſtgewalzt. Darin ſind die Steinblöcke und Querſchwellen zur Unterſtützung der Querſchwellen eingelaſſen. Die Böſchung aller Anſchüttungen iſt beiläufig einfüßig, die der Ausgrabungen aber 1½ füßige, wo ſie nicht in den Felſen eingeſprengt, oder zur Verminderung der koſtbaren Grundentſchädigung mit Futtermauern eingefaßt ſind, was übrigens an den meiſten Stellen der Fall iſt.

Die hohen Anſchüttungen durch die verſchiedenen Thäler und Niederungen hatten ſich im September 1830 noch nicht völlig geſetzt, und man mußte ſie daher an mehreren Stellen wieder erhöhen. — Die ganze Maſſe der Ausgrabungen beträgt gegen 1⅓ Millionen Schachtruthen durch Schiefer, Sandſtein, Erde, Mergel und Sand.

Die Möglichkeit der Führung des Schienenwegs über das Chat-Mos, ein Moor unweit Mancheſter, am Irwellfluß, war bei den Parlamentsverhandlungen ernſtlich zur Sprache gekommen, und von Vielen bezweifelt worden, welche mit der Beſchaffenheit dieſes Sumpfes, der an mehreren Stellen 30 bis 35 Fuß tief und ſo flüſſig iſt, daß eine aufrecht eingeſteckte eiſerne Stange, durch ihr eigenes Gewicht bis auf den Grund einſinkt, bekannt waren. Der Anfang der Arbeiten wurde damit gemacht, in dieſem Moor breite Gräben zu ziehen, in welchen ſich Waſſer ſammeln konnte, während das daraus gewonnene Material auf die Baſis des neuen Weges geſchüttet wurde. Bei dieſer Arbeit bediente man ſich ebenfalls beweglicher Schienenwege, die

ſich aber von denen zu den übrigen Erdarbeiten angewendeten dadurch unterſchieden, daß die Querſchwellen auf untergelegten Langhölzern ruhten, deren Querſchnitt ein rechtwinkliches Dreieck bilden, deſſen größte Seite als die meiſte Fläche darbietend, auf das Moor gelegt wurde, ſo daß die Bahnen gewiſſermaaßen als ſchwimmende zu betrachten waren. Von den übrigen Stationen des Wegs wurden nun Steine, Erde und Sand angefahren und damit der Weg aufgehöhet. Große Schwierigkeiten machte der Theil des Moors welcher etwa $1/2$ Meile vom öſtlichen Ende deſſelben entfernt liegt, wo eine Aufſchüttung von 20 Fuß über dem natürlichen Boden angelegt werden mußte. Das ungeheure Gewicht eines ſolchen Körpers, der auf eine halbflüſſige Unterlage erbaut werden mußte, drückte dieſe natürlich ſeitwärts weg, und ſo verſchwanden viele Tauſend Kubikyard Material in den Grund, bis daß die Anſchüttung allmählig feſter wurde, wobei der ſeitwärts aufgedrückte Schlamm als Gegengewicht diente und die zu große Verbreitung der anzuſchüttenden Grundfläche verhinderte. Mit Beharrlichkeit wurde immer fortgefahren jede einzelne Senkung immer auszugleichen, bis der Körper endlich Konſiſtenz genug erhielt, um mit Sicherheit die Schienen darauf legen zu können: Vom Moor ſelbſt wurden faſt $3/4$ Millionen Kubikyards ausgegraben, welche aber, nachdem ſie aufgeſchüttet und vom Waſſer befreiet waren, nur $1/3$ an feſter Maſſe zurückließen. Dieſe Schwiekeiten fanden ſich ſchon bei weniger tiefen Stellen des Moors, weßhalb man ſpäter die Durchſchüttung aufgab und einen Faſchinenbau anlegte, auf welchem faſt unmittelbar die Querſchwellen zur Unterſtützung der Schienen ruhen. Dieſer Faſchinenbau iſt aber keineswegs (wie bei Waſſerbauten) bis auf den Grund geſenkt, was wegen Mangel an Belaſtung auch nicht anging, ſondern bildet nur eine Zwiſchenlage, ſo daß dieſe Strecke des Weges eigentlich ſchwimmt. — Ein Sinken derſelben wird daher nie ganz aufhören, und ſomit immerwährende Reparaturen veranlaſſen, welche eben ſo ſtörend als koſtſpielig ſind. Vierzehn Tage nach Eröffnung

Digitized by Google

des Weges war dieſe Strecke faſt bis zum Niveau des Sumpfs geſunken und mußte erhöhet werden. — Durch das kleinere, bis 20 Fuß tiefe Parr-Moos, unweit St. Helens iſt der Weg ganz durch bis auf den Grund geſchüttet, weil hier das Material viel leichter zu haben war. Dieſe Anſchüttung iſt im Durchſchnitt 4—5 Fuß über das ſie umgebende Moor erhöhet, alſo im Ganzen 24 bis 25 Fuß hoch.

Auf der Liverpooler Straße hat man urſprünglich die Böſchungen des 48 Fuß hohen Dammes bei Roby konvex gemacht, mit 4¾ Fuß Erhebung auf 44½ Fuß Sehne (Fig. 75). Man hat aber ſpäter die Erde an einigen Stellen, mit einem im Profil geradlinigten Steinpflaſter bedecken müſſen, welches die Höhlung der Kurve ausfüllt. An andern Stellen hat ſich die urſprüngliche Geſtalt der Böſchung noch erhalten.

Auf der Straße von Leeds nach Selby hat man einem 51 Fuß hohen Damm nur 32 Fuß Böſchung gegeben und die Erde mit trocknem Mauerwerk, unten 6⅓ Fuß dick, bekleidet. Die Kühnheit dieſer Anordnung ſcheint uns nicht gerechtfertigt, da die Aufſchüttung hier noch ganz ungewöhnliche Erſchütterungen zu erleiden hat; auch nicht in Rückſicht des Raums oben zwiſchen der äußern Schienenreihe und dem Rande der Böſchung, der ſelbſt dann zu groß iſt, wenn man, wie man es ſich vorbehalten hat, vier Reihen Schienen legen will, denn die Breite beträgt über 11 Fuß.

Wenn man die Ungleichheit und die lange Dauer des Setzens hoch aufgeſchütteter Erde erwägt, ſo läßt ſich, wie wir auch aus den oben angeführten Beiſpielen erſahen, erwarten, daß Schienenſtraßen auf ſolchen Dämmen, weil die Schienen dem Setzen folgen, nur erſt nach oft wiederholter Herſtellung fahrbar bleiben können. Der Schienenweg kann hier auch nicht anders reparirt werden, als wenn die Fahrt unterbrochen oder verlegt wird. Deßhalb ſcheint es auch gut, die Krone hoher Dämme ſo breit zu machen, daß neben der Hauptbahn Hülfsbahnen gelegt werden können.

Digitized by Google

Stellen über und unter der Erde.

Eine Eiſenbahn kann, wie wir ſchon im zweiten Kapitel des Werks erwähnten, durch Berge oder auf Brücken, über Thäler gehen müſſen. Wir können hier nur im Allgemeinen von dem Betrieb der Straßenſtollen und dem Bau der Brücken reden, da erſterer eigentlich in das Gebiet der Bergbaukunde, letzterer in das der gewöhnlichen Architektur gehört und es zu weit führen würde, von beiden ſpeciel zu reden.

Die unterirdiſchen Stellen von Schienenwegen unterſcheiden ſich von Kanälen weſentlich darin, daß man die Kanäle eher unter als über die unterirdiſchen Gewäſſer legen muß, während es ſich bei Schienenwägen umgekehrt verhält; und wenn man die Gewäſſer nicht vermeiden kann, ſo muß man ſie ſo weit abzuleiten ſuchen, daß ſie nicht über die Grundfläche der Schienentragſteine ſteigen können:

Der Betrieb des Schienenſtollens oder der Tageſtrecke (Tunnel) unter der Stadt Liverpool, wurde in acht verſchiedenen Abtheilungen unternommen, welche mit der Erdoberfläche durch ſieben ausgemauerte Schächte, in Verbindung gebracht waren, durch welche die Berge gefördert und die Baumaterialien eingebracht wurden. Die ganz genaue Verbindung und gleichförmige Richtung dieſer unzuſammenhängend getriebenen Strecken war von großer Wichtigkeit und erforderte die äußerſte Vorſicht und Genauigkeit, die aber auch mit dem beſten Erfolge gekrönt wurde, indem bei den allmähligen Durchbrechungen aus einem Ort in das andere (Gegenort) d. h. aus einer Abtheilung der Tageſtrecke in die andere, Richtung, Höhenlage und Neigung ſo genau ſtimmten, daß das vollendete Ganze wie aus einem Guß erſcheint. An einigen Stellen beſteht das Gebirge aus einem mit Waſſer geſättigten blauen Schiefer, an andern gar aus naſſem flüſſigem Sand (ſogen. ſchwimmenden Gebirge), welche bei dem Betrieb des Tunnels große Schwierigkeiten machten und ſehr künſtliche Unterſtützungen erforderten, bis die Ausmauerung vollendet war. — Der durch feſtes Geſtein getrie-

Digitized by Google

bene Theil des Tunnels hat zwar ebenfalls viel Arbeit gekoſtet, doch bedurfte er weder vorläufiger Abſteifungen noch Mauerung, da das Geſtein ſelbſt ein feſtes Gewölbe bildet. Ueberall wo im Tunnel eine Ausmauerung erforderlich war, beſteht dieſelbe aus eigends dazu gefertigten Ziegelſteinen. Der Mörtel, deſſen man ſich dazu bediente, wurde aus Kalk mit pulveriſirtem rothen Sandſtein vermiſcht in Mörtelmühlen bereitet.

Außer dieſem größern 6400 rheinl. Fuß langen Tunnel, geht unter der Stadt Liverpool noch ein anderer kleinerer, nur 847 Fuß langer hindurch, auch hat die Bahn noch mehrere bedeckte Wege (culverts).

Ein Tunnel für einen Schienenweg mit einer einfachen Bahn iſt breit genug, wenn 19 bis 23 Zoll Raum an jeder Seite zwiſchen der Wagenladung und der Wand und oben 27 Zoll Raum zwiſchen der Wagenladung und der Decke bleiben. Fig. 77 ſtellt den Straßenſtollen von Preſton in England und Fig. 76 den von St. Etienne in Frankreich vor.

Iſt der Straßenſtollen zur Perſonenfahrt beſtimmt, ſo ſind wenigſtens 3¼ Fuß Raum zwiſchen den Wänden der Perſonenwagen und den Gewölbeniederlagen nöthig (Fig. 78). Der neue Straßenſtollen unter Liverpool, durch welchen blos Perſonenwagen fahren, iſt für zwei Bahnen 23¼ Fuß breit, welches 3 Fuß 2½ Zoll Raum zwiſchen dem Wagen und den Wänden giebt (Fig. 79). Eine Höhe von 12¾ Fuß vom Boden des Stollens bis zum Gewölbe, iſt für die Paſſage von Perſonenwagen hinreichend. Wenn aber Dampfwagen durch die Tunnels fahren ſollen, ſo muß Raum für die Schornſteine derſelben vorhanden ſeyn, welche 12 Fuß über den Schienen hoch ſind.

Die nemlichen Maaße würden auch für Brücken zureichend ſeyn, welche gewöhnliche Straßen über einen Schienenweg führen. Bei der Liverpooler Straße ſind jedoch dergleichen Brücken in der Regel 32 Fuß im Lichten weit und 19 Fuß bis zum Gewölbe Schlußſtein hoch. Fig. 80 iſt die

Anſicht einer Brücke unter, Fig. 81 die einer Brücke über den Weg.

Die Brückenſtraßen können von Stein, von Holz oder von Eiſen gebauet werden; auch auf Hängebrücken. Die Breite zwiſchen den äußern Schienen und dem Geländer beträgt auf denſelben $2^1/_4$ Fuß bis $8^1/_2$ Fuß. Aber $4^3/_4$ Fuß Breite wie bei Newton und Sankey auf der Liverpooler Straße ſind vollkommen hinreichend. Dieſe Brückenſtraßen bei Newton und Sankey ſind von Steinen erbauet, die erſtere iſt in Fig. 82 abgebildet und die zweite iſt eben konſtruirt, nur iſt bei ihr der Damm nicht bis zur Stirnmauer fortgeſetzt, ſondern es fahren die Perſonenwagen bis dahin über eine hölzerne, 100 bis 130 Fuß lange Brücke.

Die Brücke über den Irwell bei Mancheſter beſteht aus zwei elliptiſchen Bögen von 65 Fuß Weite, welche gegen 2 Stirn und einen 10 Fuß ſtarken Mittelpfeiler geſpannt ſind. Der Schienenweg mußte, um in dem dicht am Waſſer liegenden Hof der Mancheſterſchen Waarenhäuſer zu gelangen, in ſchiefer Richtung über den Fluß geführt werden, wobei aber um weder die Schifffahrt, noch den Waſſerabfluß zu ſtören, die Pfeiler und die Widerleger mit dem Stromſtrich parallel erbauet werden mußten. Aus dieſem Grunde wurden beide Gewölbe ſchief, ſo daß nicht nur alle Gewölbſteine in den Anſichten ſchräg, ſondern auch die Anlagen der Bögen keilförmig bearbeitet werden mußten. Ganz in ähnlicher Art, und ebenfalls mit nur einem ſchiefen Bogen iſt die Brücke bei Rainhill erbauet.

Man findet auch auf der Straße von Roanne eine Brückenſtraße mit hölzerner Decke auf Pfeilern und Stirnmauern von Stein ruhend, und eine ganz hölzerne Brückenſtraße bei Preſton. Um die Eiſenbahn von St. Helens über die von Liverpool hinweg zu führen, hat man eine Brückenſtraße ganz von Gußeiſen erbauet, die den Schienenweg unter ihr nicht im rechten Winkel ſchneidet. Endlich findet man bei Stockton eine Kettenbrücke von 239 Fuß Oeffnung, in der Linie der Schienenbahn von Darlington. Die Wagen fahren

Digitized by Google

am linken Ufer von einem Punkte ab, der höher liegt, als die Brückenbahn. Der Wirkung der Schwere überlaſſen, paſſiren ſie die Brücke und ſteigen auf das andere Ufer wieder hinauf. Da ein Anhängepunkt fehlte, ſo hat man die Brückenbahn durch fünf Joche mit Holmen und Streben unterſtützt. Aber man darf daraus nicht ſchließen, daß Bahnwagen über Kettenbrücken nicht fahren dürften.

Fünftes Kapitel.

Von den zum Transport auf Eiſenbahnen angewendeten Wagen.

Aus den weiter oben angegebenen Mitteln, welche angewendet werden, um die Wagen aus einer Eiſenbahn in eine andere übergehen zu laſſen, geht hervor, daß es mit Schwierigkeiten verbunden ſeyn müſſe, ſie von vorn nach hinten umzudrehen, indem ſie durch die Spurkränze ihrer Räder auf den kaum $\frac{1}{2}$ Zoll breiten Schienen feſtgehalten werden, außerhalb welcher es unmöglich wird, ſie ohne eine beträchtliche Vermehrung der bewegenden Kraft in Bewegung zu ſetzen. Die Eiſenbahnwägen müſſen daher eine ſolche Einrichtung haben, daß ſie ſich mit gleicher Leichtigkeit vor- oder rückwärts bewegen laſſen; der vordere und der hintere Theil der Wägen müſſen ſich daher ähnlich ſeyn. Außerdem müſſen ſie kein bewegliches Vordergeſtell haben, wie es bei dem gewöhnlichen Fuhrwerk der Fall iſt, weil dieſer bewegliche Theil zuleicht aus der Bahn ſpringen würde. Die Käſten müſſen auf zwei parallelen und durch ein ganz unnachgiebiges Geſtell verbundenen Axen aufruhen, damit die Räder nicht bei dem geringſten Hinderniß, auf welches ſie ſtoßen, aus der Bahn zu weichen ſtreben. Endlich muß

Digitized by Google

die Bewegung der Räder genau in einer ſenkrechten Ebene erfolgen, da jede ſchwankende Bewegung um die Axe dazu beitragen würde, den Wagen aus der Bahn zu bringen. Es müſſen daher die Räder auf der Axe feſtgemacht werden und letztere muß ſich mit ihnen umdrehen, ſtatt daß bei gewöhnlichen Fuhrwerken die Axe befeſtigt iſt und die Räder ſich um dieſelbe drehen. Dieſe Betrachtungen deuten ſchon an, daß die Wägen einen beſondern Widerſtand erfahren müſſen, wenn ſie ſich in krummen Linien bewegen, weil ihre Axen parallel zu einander bleiben und die beiden an derſelben Axe befeſtigten Räder immer ganz gleiche Umdrehungsgeſchwindigkeiten haben müſſen.

Seit dem Beginn des Verkehrs auf der Liverpool-Mancheſter Eiſenbahn ſind auch bei den Eiſenbahn-Laſtwagen bedeutende Verbeſſerungen gemacht worden, ſo daß der Widerſtand der Laſt beinahe um $^1/_3$ vermindert worden iſt. Wir wollen die weſentlichſten dieſer Verbeſſerungen beſchreiben [1]), indem es zu weit führen würde, auch alle die ältern Arten von Eiſenbahnwagen kennen zu lernen [2]). Dieſe Verbeſſerungen beſtehen:

1) In Anwendung von Druckfedern, welche den Kaſten des Wagens unterſtützen, die Laſt gleichmäßig auf alle Räder vertheilen, alle Stöße auffangen und dieſelben für die Axen und Räder ſowohl, als für die Bahn unſchädlich machen, endlich den Radaxen, mit denen ſie verbunden ſind, eine geringe Abweichung von ihrer parallelen Lage geſtatten, wenn der Wagen durch Krümmungen der Eiſenbahn läuft, wodurch die Seitenreibung in denſelben ſehr vermindert wird.

---

[1]) Wir folgen dabei einem vortrefflichen Aufſatz des Hern. ꝛc. Henz in Hattingen in den „Verhandl. des Berliner Gewerbvereins,“ 1835, 4te Liefer. S. 208 ꝛc.

[2]) Nach dem ältern Princip ſind die noch jetzt faſt überall zum Kohlentransport angewendeten Wagen eingerichtet, die weiter unten näher beſchrieben werden ſollen.

Digitized by Google

2) In Anbringung der Laſt auf den verlängerten Axen außerhalb der Räder. Dieſe Verlängerungen oder Zapfen der Axen ſind weit ſchwächer als dieſe, und hierin beruht eine große Kraftersparung, da der Reibungswiderſtand von dem Verhältniß des Raddurchmeſſers zu dem des Zapfens abhängig iſt, und ſich in gleichem Maaße mit dem des letztern vermindert. So lange die Räder aber auf den äußerſten Enden der Axen ſaßen, konnten die in den Büchſen ſich drehenden Theile nicht geſchwächt werden, ohne die Axe dem Zerbrechen nicht zu ſehr auszuſetzen; dieſes wurde erſt zuläſſig, als die Büchſen außerhalb den Rädern angebracht wurden. Noch ein anderer, nicht minder wichtiger Vortheil, iſt durch dieſe Anordnung erzielt worden; es iſt die leichte und ſichere Art des Schmierens der Axen, was bei der frühern Anordnung, wo die Büchſen unter dem Wagenkaſten verſteckt lagen, viel Zeit erforderte, bei dem Mangel eines Reſervoirs häufig wiederholt werden mußte, und immer einen bedeutenden Oelverluſt zur Folge hatte.

3) In Anwendung von gewalzten eiſernen Bändern auf den gußeiſern Rädern derjenigen Wagen, welche mit großen Geſchwindigkeiten auf der Bahn fahren ſollen, wodurch die Gefahr des Zerbrechens faſt gänzlich beſeitigt und eine genauere Kreisform erzielt wird, da die Bahnen dieſer Räder abgedreht werden können.

4) Daß die Enden oder Zapfen der Axen, nachdem ſie genau abgedreht worden ſind, eingeſetzt werden, wodurch die Oberfläche ſtahlhart, alſo dem Angriff wenig ausgeſetzt iſt und eine regelmäßige Bewegung erhält.

Die übrige Einrichtung der Wagen iſt, ihrem Zweck entſprechend, ſehr verſchieden, je nachdem ſie zum Transport von Perſonen, Vieh, Kaufmannsgütern, Kohlen u. ſ. w. angewendet werden ſollen.

Die von dem Mechanikus Bury, in Liverpool, verfertigten Wagen werden für die vorzüglichſten gehalten, und ſind von demſelben mehrere Probewagen für die belgiſche Eiſenbahn angefertigt worden. Die beiden gebräuchlichſten

Digitized by Google

Arten der Transportwagen ſind auf Taf. VIII. Fig. 83—85 und Taf. IX. Fig. 93 bis 95 gezeichnet. Auf erſteren werden die gewöhnlichen Ladungen ſowohl in Ballen, Säcken, Kiſten und Fäſſern, als unverpackt transportirt. Der 11 Fuß lange, 8 Fuß breite, 1¼ Fuß hohe Kaſten bietet hinlänglichen Raum dar, um die gewöhnliche Ladung von 50 Zentnern aufnehmen zu können. Die Seitenwände des Wagenkaſtens ſind beweglich und können abgenommen werden, wenn die Transportgegenſtände ſich auf der unbegrenzten Bodenplatte bequemer verpacken laſſen. Bei ſchlechter Witterung wird die ganze Ladung mit einem waſſerdicht gemachten leinenen Ueberwurf bedeckt. Die Ladung und Entladung dieſer Wagen geſchieht mittelſt Krahnen in den Waarenhäuſern, oder auf den Niederlagsplätzen durch beſonders dazu angeſtellte Arbeiter.

Für ſolche Güter, welche nicht in die Magazine gelangen, ſondern gleich nach ihrer Ankunft von den Conſumenten mit gewöhnlichem Landfuhrwerk abgeholt werden, ſind auf der Liverpool-Mancheſter Bahn beſondere Wagen eingericht, welche Taf. IX. Fig. 93 in der Seiten- und Fig. 95 in der Vorder-Anſicht dargeſtellt ſind. Dergleichen Güter (gewöhnlich Kohlen) werden in beſondere Kaſten von 5½ Fuß Länge, 4 Fuß Breite und 2¼ Fuß Höhe verladen, und je zwei derſelben auf einen Bahnenwagen geſtellt. Zur Erleichterung des Auf- und Abbringens dieſer Käſten iſt jeder derſelben mit vier kleinen eiſernen Rädern verſehen, deren Axen ſich in Lagern drehen, welche unter den Langbäumen derſelben angebolzt ſind. Die Räder bewegen ſich auf platten, mit einem nach außen vorſpringenden Rand verſehenen Schienen, die auf quer über das Geſtell des Wagens gebolzte Balken genagelt ſind. Für jeden Kaſten ſind zwei ſolche Schienen angebracht, welche zuſammen eine kurze Eiſenbahn, von der Gattung der Tramroad, auf dem Transportwagen ſelbſt bilden und geſtatten, daß die Laſt mit großer Leichtigkeit auf den beſtimmten Platz gebracht werden kann. — Um das Abgleiten dieſer Käſten während der Fahrt zu verhindern,

Digitized by Google

werden dieſelben durch zwei Fig. 95 angedeutete Ueberwürfe feſtgehalten.

Wenn der Transportwagen mit beiden Käſten am Ort ihrer Beſtimmung angekommen iſt, wird jeder derſelben auf eine zweirädrige Karre gebracht, um auf gewöhnlichen Straßen zum Ort der Verwendung weiter befördert zu werden. Damit die Käſten ſchnell und leicht von dem Bahnenwagen auf die Karren Fig. 94, Taf. IX. gebracht werden können, haben letztere eine beſondere Einrichtung erhalten. Die Langbäume derſelben ſind ebenfalls mit eiſernen Schienen verſehen, welche in derſelben Entfernung und in gleicher Höhe mit denen auf dem Transportwagen angebracht ſind. — Die hintern Enden der Karrenbäume werden mit den Querbalken des Bahnenwagens in Verbindung gebracht, ſo daß das Stück Schienenweg auf demſelben mit dem auf der Karre zuſammentrifft, und beide zuſammen eine geradlinige Bahn bilden. Die Ueberwürfe, welche den Kaſten auf dem Bahnenwagen feſthielten, werden nun gelöst, und der Kaſten von demſelben auf die Karre gerollt. Um das Aufkippen der letztern zu verhindern, wenn die Laſt auf das äußerſte Ende der Langbäume gelangt, wird dieſelbe durch den Bahnenwagen unterſtützt, an welchem zu dieſem Ende die eiſernen Ruthenſtücke a a angebolzt ſind, in welche zwei an den Langbäumen der Karre befeſtigte Zapfen b b eingreifen. Sobald der Kaſten auf der Karre ſo weit fortgerollt iſt, daß ein Gleichgewicht ſtattfindet, wird er auf derſelben in gleicher Art, als auf dem Bahnenwagen, feſtgeſtellt und kann nun fortgefahren werden.

Der Unterbau der verſchiedenen Bahnenwagen iſt im Allgemeinen derſelbe, und es kann die folgende Beſchreibung füglich für alle gelten. Die einzelnen Theile, welche hier in Betracht kommen, ſind die Räder, Axen, Büchſen, Bremſen und Koppelungen, wobei es zur Deutlichkeit dienlich ſeyn wird, dieſelben einzeln durchzunehmen.

Digitized by Google

1. Räder.

Sie beſtehen durchgängig aus Eiſen vom zweiten Guß, und haben gewöhnlich einen Durchmeſſer von 3 Fuß bis 3 Fuß 1 Zoll. Die Felge iſt 4 Zoll breit, und der Spurkranz ſpringt 1 Zoll bis 13 Linien über derſelben hervor. Bei den mit Reifen von gewalzten Eiſen gebundenen Rädern, wie die Fig. 96 und 97 Taf. IX. im größern Maaßſtab darſtellen, iſt der gußeiſerne Kranz nur 4½ bis 5 Linien, das Band dagegen an der ſchwächſten Stelle 1⅙ Zoll ſtark. Die Befeſtigung deſſelben geſchieht in gleicher Art, wie dieß weiter unten bei den Rädern der Dampfmaſchine näher beſchrieben werden wird.

Diejenigen Wagenräder, welche nicht auf dieſe Weiſe gebunden und für die langſamern Fahrten beſtimmt ſind, werden in der Felgenbahn hart gegoſſen [1]). Zur Vermeidung der durch ungleichförmige Erkaltung nach dem Guß entſtehenden Spannung in den Radſpeichen, welche dieſelben ſehr dem Zerbrechen ausſetzt, wird die Nabe nicht zuſammenhängend, ſondern in drei abgeſonderten Theilen, zwiſchen welchen ſich ein offener Raum von ⅔ Zoll Breite befindet, gegoſſen, ſo daß die Speichen dadurch den nöthigen Spielraum zu ihrer Zuſammenziehung erhalten. Die Naben der Räder, welche gebunden werden, beſtehen dagegen aus einem Stück, weil bei ihnen der Kranz nicht hart gegoſſen und auch ſo dünn gemacht wird, daß er bei der Contraktion der Speichen genugſam nachgiebt. Jede Nabe erhält zwei ſchmiedeeiſerne Bänder, welche im glühenden Zuſtand auf die beſonders dazu angebrachten Abſätze getrieben werden, und durch ihre Zuſammenziehung bei der Erkaltung dieſelbe ſehr feſt umſchließen, ſo daß bei Aufkeilung der Räder auf die Axen die Gefahr des Springens der Naben ſehr vermindert wird.

---

[1]) Wir werden weiter unten bei der Beſchreibung der gewöhnlich zum Kohlentransport angewendeten Wagen die Anfertigung ſolcher Räder näher beſchreiben.

Digitized by Google

Die Speichen werden in ſehr verſchiedenen Querſchnitten geformt; die Figuren 99, 100 und 101 Taf. IX. zeigen drei der gebräuchlichſten Arten, aus welchen erſichtlich iſt, daß die Formen ſo gewählt ſind, um mit dem wenigſten Material die größtmöglichſte Stärke zu erreichen.

Häufig wird jetzt eine Art Räder angewendet, welche gar keine Speichen haben, deren Stelle durch eine den ganzen Raum zwiſchen der Nabe und dem Kranz ausfüllende dünne, durch vorſpringende Rippen in der Richtung des Halbmeſſers verſtärkte Platte vertreten wird, die mit dem Körper des Rades in einem Stück gegoſſen iſt. Fig. 102 Taf. IX. zeigt die Anſicht eines ſolchen Rades, die angedeuteten Durchbrechungen dienen dazu, das Rad aus der Form zu heben und überhaupt leichter handhaben zu können.

2. Die Axen.

Die Axen werden entweder aus mehreren Stangen von Schmiedeeiſen zuſammengeſchweißt und dann ausgeſchmiedet, oder, was jetzt gebräuchlicher und viel wohlfeiler iſt, aber auch weniger Dauer gewährt, auf Walzwerken in der vorgeſchriebenen Stärke und Form ausgewalzt. Nachdem die Axen auf das vorgeſchriebene Maaß abgeſchnitten ſind, werden beide Enden in der Form abgedreht, welche Fig. 97 im Längendurchſchnitt zeigt; der Theil der Axe, welcher in die Oeffnung der Nabe eingebracht wird, erhält dabei einen Durchmeſſer von 2 Zoll 10 Linien, der vorſpringende Zapfen, welcher ſich in der Büchſe dreht, von 1 Zoll 9¾ bis 10 Linien, und der Knopf am äußerſten Ende von 2 Zoll und 3 Linien. Die vorſpringenden und abgedrehten Zapfen der Axen werden hiernächſt eingeſetzt, was in gewöhnlicher Art durch eine Glühung in Leder, Kuhhaaren ꝛc. und Salz in einer verſchloſſenen Büchſe, und darauf folgende Ablöſchung in Waſſer, geſchieht. Dadurch erhält die Oberfläche einen zwar dünnen, aber glasharten Ueberzug, welcher dem Angriff der Reibung lange widerſteht, wenn die Zapfen immer gehörig in Schmiere gehalten werden.

Digitized by Google

Die Räder werden immer feſt mit den Axen verbunden, weßhalb zunächſt die Löcher der Naben in einer ſolchen Weite nachgebohrt werden, daß der abgedrehte Theil der Axe, welcher darin befeſtigt werden ſoll, nur mit Gewalt eingetrieben werden kann. Die endliche Verbindung geſchieht dann mittelſt Eintreibung eines runden, ſehr wenig verjüngten, Bolzens in ein paſſendes Loch, welches zwiſchen Axe und Nabe eingebohrt iſt, ſo daß der Schlüſſel halb in der Höhlung der Nabe, halb in der der Axe ſich befindet. Bei den Rädern mit hart gegoſſener Bahn, deren Naben aus drei Stücken beſtehen, werden vor Eintreibung der Axe die Zwiſchenräume derſelben mit drei genau paſſenden Eiſenſtücken und Kitt ausgefüllt.

Dieſe Befeſtigungsart bietet bedeutende Vortheile von der früher üblichen dar, bei welcher die Enden der Axen viereckig bearbeitet, in eben ſolche Löcher der Naben eingetrieben und durch einen quer durchgeſchlagenen Bolzen gehalten wurden. Einmal iſt ein viel genaueres und leichteres Einpaſſen möglich, wenn Axen und Löcher ab= und ausgedreht ſind; das genaue Rundlaufen der Räder aber iſt beinahe nur in dieſer Art zu erreichen, und viel leichter kann ein altes zerbrochenes Rad von der Axe und ein neues auf dieſelbe gebracht werden.

3. Büchſen oder Axenlager.

Dieſelben beſtehen aus einem Ober= und einem Untertheile von Gußeiſen, welche zuſammengeſetzt Fig. 86. a. in der Seitenanſicht, und Fig. 86. b. in der Vorderanſicht gezeigt ſind. Der obere Theil enthält eine halbrund ausgedrehte meſſingene Büchſe Fig. 90, welche auf dem Zapfen der Axe ruht, in welcher ſich derſelbe dreht. Dieſe Büchſe paßt mit ihrer kantig geformten Oberfläche in eine entſprechende Vertiefung des obern Lagers, wodurch ſie verhindert wird, ſich mit der Axe umzudrehen; und damit ſie ſich auch nicht ſeitwärts herausſchieben kann, ſind die beiden Vorſprünge c c Fig. 90 angegoſſen, welche ebenfalls in paſſende Vertiefungen eingreifen. Fig. 91 zeigt die Unteranſicht eines Lagers ohne

Digitized by Google

die Büchſe, und Fig. 89 die mit der Büchſe. Die obere Anſicht Fig. 87. b. dieſes Lagers zeigt in der Mitte eine viereckige Vertiefung zur Aufnahme der Schmiere, welche durch das im Boden befindliche, durch die meſſingene Büchſe fortgeſetzte, runde Schmierloch der Axe mitgetheilt wird. Auf beiden Seiten dieſer Schmierbüchſe ſind zwei ſchmale Einſchnitte angebracht, in welche die Untertheile der die Feder umgebenden und haltenden Bügel eingreifen. Durch die aufliegenden Federn wird der Schmierbehälter, wie Fig. 86. a. zeigt, nicht ganz bedeckt; der weiter vorſpringende Theil wird durch eine ſchräge Klappe verſchloſſen, die ſich öffnen läßt, wenn neuer Vorrath von Schmiere in den Behälter eingebracht werden ſoll. Zur Vermeidung des Verluſtes an Schmiere, welche von der untern Fläche des Axenzapfens abtröpfeln würde, iſt die untere Büchſe angebracht, welche Fig. 87. a. in der Unter- und Fig. 87. b. in der Oberanſicht zeigt. Die Axe wird von der Höhlung dieſer untern Büchſenhälfte nicht erreicht, ſo daß auch keine Reibung zwiſchen beiden ſtattfindet. Letztere nimmt nur das abträufelnde Fett auf, welches, ſobald es ſich anſammelt, der Axe wieder mitgetheilt wird. Zur Abhaltung des Staubes und Schmutzes von den reibenden Theilen der Axe iſt die Büchſe hinten und vorn geſchloſſen, vorn durch das Uebergreifen der Stirnfläche des obern Lagers Fig. 86. a. und 86. b. hinten durch zwei verbundene halbkreisförmige Büchſen, welche ſich mit ihren Vorderflächen an das Ober- und Unterlager anſchließen, hinten über den vorſpringenden Theil der Nabe greifen. Dieſe Büchſen haben zugleich den Zweck, die Schmiere, welche dem Rad zugekehrt von der Axe abtröpfelt, aufzufangen und derſelben wieder durch einen Schmierring (eine kreisförmige blecherne Scheibe, welche auf die Axe geſchoben wird, und ſich mit dieſer in der Büchſe dreht) mitzutheilen.

4. Die Federn.

Die Druckfedern, von denen jede aus neun aufeinander gelegten, in der Mitte durch einen Bolzen verbundenen Stahl-

blättern von $3^2/_3$ Linien Stärke und $2^3/_4$ Zoll Breite beſteht, ſind 3 Fuß lang, 4 Zoll aufwärts gebogen, und werden durch zwei Bügel umfaßt, vermittelſt welcher ſie faſt mit dem Obertheil des Zapfenlagers vereinigt werden.

Jeder der erwähnten beiden Bügel endigt, wie Fig. 92 zeigt, unter einem Bolzen, der durch die Höhlung des Lagers geſteckt, unter demſelben mittelſt einer Schraubenmutter feſt angezogen werden kann. Dieſelben Bolzen dienen auch zur Verbindung der untern Büchſe mit der obern, indem die Verlängerungen derſelben (von kleinerm Durchmeſſer) durch die zutreffenden Löcher der untern Büchſe geſteckt und dieſe durch vorgeſchraubte Muttern in ihrer Lage erhalten wird. Die aufgebogenen Enden der Federn tragen den Rahmen, auf welchem der Wagenkaſten erbaut iſt, wobei die berührten Holzflächen durch untergelegte Eiſenplatten gegen den Angriff der Federn geſichert werden. Die Platten ſind auf beiden Seiten der Langbäume, wie die Fig. 84 und 85 zeigen, niedergebogen, ſo daß die Federn von den dadurch gebildeten Scheiden eingeſchloſſen und in beſtändig paralleler Lage mit der Längenaxe des Wagens gehalten werden.

Die Verbindung der Büchſen und Axen mit dem Körper des Wagens wird aber erſt durch die Fig. 98 gezeichneten Büchſenträgen bewerkſtelligt. Dies ſind Platten von $^1/_2$ Zoll ſtarkem Eiſen, welche mit ihrem $1^3/_4$ Fuß breiten Obertheil durch vier Schraubenbolzen an der äußern Seite der Langbäume befeſtigt werden. Der untere Theil dieſer Platten iſt mit einem $2^1/_2$ Zoll breiten, unten offenen, vertikalen Ausſchnitt verſehen, in welchem die Büchſe ſich mit ihrer Leitung d d Fig. 86. a. und 91 auf und nieder bewegen kann, wenn die Federn beim Fortrollen des Wagens in Schwingung gerathen. Die untern freiſtehenden Blätter des Büchſenhalters werden, zur Vermeidung von Biegungen, durch einen beweglichen Querſteg mit einander verbunden, ſo daß die Axenlager niemals die Leitung deſſelben verlieren können.

Digitized by Google

5. Die Bremſen.

Zur Aufhaltung eines Wagenzugs auf einem gewiſſen Punkt, oder zur Aufhebung der Beſchleunigung beim Niedergang deſſelben, auf ſo ſtark geneigten Bahnenſtrecken, wo die Wagen durch ihr eigenes Gewicht abwärts gehen, bedient man ſich der Bremſen.

Die Einrichtung derſelben iſt im Allgemeinen dieſelbe, und beſteht darin, daß mittelſt einer Hebelverbindung weiche Holzſtücke feſt gegen die Bahn der Wagenräder gedrückt werden, wodurch eine Reibung veranlaßt wird, welche die Umdrehung dieſer Räder zum Theil verhindert. Hieraus entſteht ein Gleiten derſelben auf den Schienen der Bahn, mithin eine ſtarke Reibung, welche auf eine Verzögerung in der Bewegung des Zuges wirkt. Werden z. B. an einem mit der Ladung 60 Zentner ſchweren vierräderigen Laſtwagen zwei Räder der Art gebremſt, daß ſie nur noch die halbe Drehung der ungebremſten machen, ſo iſt die Reibung $({}^1/_2 \cdot {}^{60}/_2)\ {}^1/_6$ Zentr., oder der dadurch hervorgebrachte Widerſtand iſt = 275 Pfd.

Eine Bremſe, die ſehr kräftig wirkt, wie ſie gewöhnlich bei deñ Paſſagierwagen angebracht wird, werden wir unten bei dem Munitionswagen beſchreiben. Dieſe Art Bremſen wirken gleichzeitig auf die Vorder- und Hinterräder und werden durch Schrauben geſtellt. Eine andere Art Bremſen werden wir auch noch bei den Kohlenwagen kennen lernen.

Bei den Güterwagen, welche nicht mit der Schnelligkeit der Perſonentransporte fahren, werden nur einfache Bremſen angewendet, wie Fig. 84 eine derſelben zeigt. Der an einem Winkelhebel gebolzte Holzklotz drückt nur gegen die Felge eines Rades, wenn der lange Hebelarm durch den Führer niedergedrückt und durch einen Vorſteckbolzen in dieſer Lage erhalten wird. Wenn die Bremſe nicht weiter wirken ſoll, wird der Vorſteckbolzen ausgezogen, der lange Hebelarm ſo hoch gehoben, bis das Rad nicht mehr vom

Digitized by Google

Holz berührt wird, und mittelſt des Vorſteckbolzens an einem höhern Punkt der durchlöcherten Scheide e e Fig. 84 feſtgehalten.

6. Verkuppelungen.

Die Verbindung der einzelnen Wagen, welche einen Zug bilden, mit einander, geſchieht in der Regel durch kurze in einen Haken endigende Ketten, von welchen jede an dem hintern Ende der Zugſtange f f Fig. 83 befeſtigt iſt. Der Haken am Ende der Kette wird, wenn zwei Wagen zuſammen gekuppelt werden ſollen, in ein am hintern Ende der Zugſtange des folgenden Wagens befindliches Loch eingeſchlagen, ſo daß jeder Wagen durch die vorhergehenden gezogen wird, und ein aus Verbindungsſtangen und Ketten beſtehender eiſerner Zugſtrang ununterbrochen durch die ganze Wagenreihe läuft.

Beim Stillſtehen der Maſchine ſetzen die hintern Wagen ihre Bewegung noch fort, und ſtoßen deſto ſtärker auf die andern, je mehr Geſchwindigkeit der Zug vorher hatte. Der dadurch entſtehende Stoß könnte nun ſehr nachtheilig auf den ganzen Verband des Wagens wirken, wenn er nicht aufgefangen und unſchädlich gemacht würde. Dieſes Auffangen geſchieht durch die über das Wagengeſtell hinaus verlängerten Langbäume, welche bei allen Wagen deſſelben Zuges genau in einerlei Höhe und Entfernung liegen, ſo daß die Stirnflächen gerade auf einander paſſen. Die Enden dieſer Langbäume ſind mit eiſernen Bändern umgeben, um das Aufſpalten des Holzes zu vermeiden; bei den Perſonen-Wagen ſind dieſelben außerdem noch auf der Stirn polſterartig verlängert, wodurch die Stöße noch wirkungsloſer gemacht werden.

Ein für den Verband nicht minder nachtheiliger Ruck entſteht beim Anlaſſen der Maſchine, indem die ſchlaff herunterhängenden Verbindungsketten plötzlich angezogen werden. Die dadurch den Wagen mitgetheilte Erſchütterung hat man damit unſchädlich zu machen gewußt, daß der Angriffspunkt

der Verkuppelungskette mit einer Feder in Verbindung gebracht wird, wie dieß am Munitionswagen und in einer andern Art in Fig. 107 dargeſtellt iſt.

Bei den Perſonenwagen der Liverpool-Mancheſter-Bahn iſt dieſe Feder unter der Mitte des Wagens angebracht, und mit derſelben verſchiedene Hebel, in der Figur 108 gezeichneten Art verbunden, ſo daß dieſelbe nicht nur den Ruck beim Anziehen, ſondern auf den Stoß beim zuſammenfahren auffängt, und die den Wagen ſchädlichen, den Reiſenden unangenehmen Erſchütterungen ermäßigt.

7. Die Wagen zum Erdtransport.

Mit großem Vortheil werden ſchon beim Bau der Eiſenbahnen die Transporte der Erde und Baumaterialien auf fliegenden Eiſenbahnen bewerkſtelligt. Die zu den Erdtransporten dienenden Wagen werden in ſehr verſchiedener Art konſtruirt, kommen aber größtentheils darin überein, daß ſie niedrige Räder haben, um das Beladen derſelben zu erleichtern, und daß der Kaſten derſelben zum Aufkippen eingerichtet iſt, um den Inhalt leicht ausſtürzen zu können.

Die Fig. 103 bis 106 zeigen einen ſolchen Wagen im Grundriß und Längenprofil. Der Kaſten beſteht aus einem hölzernen Geſtell mit Boden und Seitenwänden von ſtarkem Eiſenblech. Die vordere ſchmale Wand iſt beweglich und wird in der Fig. 103 gezeichneten Art, während der Beladung und des Transports, verſchloſſen gehalten und geöffnet, wenn der Wagen entladen werden ſoll.

Unter dem Rahmen, auf welchem der Kaſten gebauet iſt, befinden ſich zwei Längenbalken, an welche vier Axenlager geſchraubt ſind; die der Vorderräder ſind mit einem Untertheil verſehen, ſo daß die Axe ganz davon umſchloſſen iſt, und den Drehpunkt des Wagens bildet; die hintern Lagen ſind dagegen unten offen, und liegen ganz frei auf der Radaxe, ſo daß ſie ſich ohne weitere Vorbereitungen ausheben laſſen, wenn der Kaſten aufgekippt werden ſoll. Die beiden Axen, welche auf gewöhnliche Art in den Naben der Räder

feſtſitzen, ſind durch zwei Zugbäume mit einander verbunden, die an den Enden mit Ueberwürfen verſehen ſind, welche die Axen umfaſſen, und in welchen ſie ſich drehen.

Dieſe Wagen werden für den erwähnten Zweck ſehr geeignet gehalten, und ſind beim Bau der Eiſenbahn von London nach Birmingham in Anwendung gebracht.

8. Die Wägen zum Kohlentransport [1]).

Dieſe Wägen beſtehen aus Holz und ſind mit grauer Oelfarbe oder mit ſchwarzem Theer angeſtrichen. Ihre Dimenſionen ſind ſo, daß ſie gehäuft ohngefähr 60 Zentr. Steinkohlen faſſen. Die auf der Stocktondarlington Eiſenbahn angewendeten ſind oben im Lichten 6 Fuß 4 Zoll Rheinl. lang, 4 F. 8 Z. breit und 3 F. 4 Z. tief, unten haben ſie jedoch nur 2 F. 7 Z. Länge und 3 F. 2 Z. Breite, und ſind der Länge nach ſo abgeſtumpft, daß der 6 F. 4 Z. lange Theil des Wagens 10 Zoll tief iſt; außerdem iſt derſelbe mit 7 Zoll hohen Aufſetzbrettern verſehen. In Form und einzelnen Dimenſionen finden einige unweſentliche Verſchiedenheiten ſtatt; einer der gewöhnlichſten Wagen iſt Fig. 109. a, b, c, gezeichnet.

Dieſe Wagen beſtehen aus zwei Geſtellbäumen von 8 Fuß Länge, 4½ Zoll Höhe und 3½ Zoll Stärke, welche durch 4 Querriegel von 3 F. 2 Z. Länge, 3½ Z. Breite und 2½ Z. Stärke mit einander verbunden ſind. An ihnen ſind die Pfannen für die Axen angeſchraubt, ſo daß die Radmittel 38½ Zoll von einander entfernt liegen. Auf der langen Seite ſind 4 Ständer 38¼ Z. hoch, 2¾ Z. breit und 2 Zoll ſtark in den Geſtellbäumen eingezapft, welche oben durch ein Paar Bäume von 2½ Zoll Quadrat zuſammen verbunden ſind. Auf dieſen ſind die Aufſatzbretter aufgerichtet. An der kurzen Seite befinden ſich ebenfalls noch zwei Ständer, welche oben und unten in den Querriegeln eingelaſſen ſind. Inwen-

[1]) Nach v. Oeynhauſen und v. Dechen in Karſten's Archiv für Bergbau und Hüttenweſen, XIX. 60 ꝛc.

Digitized by Google

dig iſt dieſes Gerippe mit einzölligen Brettern belegt. Die obern und untern Bäume ſind noch durch eiſerne Anker mit einander verbunden. An den Enden ſind die Geſtellbäume noch mit Holz verſtärkt und mit eiſernen Beſchlägen verſehen, auch auf jeder Seite mit den nöthigen Haken zum Anſpannen der Pferde oder zum Verkuppeln mit dem Dampf- und mit andern Laſtwagen, vorgerichtet.

Um ihnen mehr Haltbarkeit zu geben, geht oben im Innern eine eiſerne Kette über den Wagen.

Der ganze Boden des innern Raums, der Länge nach 2 F. 7 Z., der Breite nach 3 F. 2 Z., wird von einer nach unten ſich öffnenden Thüre gebildet, welche mit zwei ſtarken, eiſernen Bändern in Gehängen liegt. Dieſe bilden auch an der Seite Oeſen, welche durch zwei kleine, an dem Geſtellbaume hängende Laſchen geſteckt werden. Durch die Oeſen ſelbſt liegt quer durch ein Bolzen, welcher an einer kleinen Kette befeſtigt iſt. Sobald dieſer Bolzen herausgezogen wird, und die Laſchen aufgehoben werden, ſo ſchlägt die Thüre auf und die ganze Ladung des Wagens ſtürzt theils ſelbſt heraus, theils läßt ſich dieſelbe ſehr leicht herausziehen. Das Entladen der Wagen geſchieht auf Ausladebühnen, wo die Maſſen durch die offenen Räume des Schienenweges auf die Niederlagplätze fallen. Eben ſo geſchieht das Beladen dieſer Wagen auf eine ähnliche Art auf den Kohlengruben und Kalköfen.

Man hat auch Wagen, an denen ſich die Thüre auf einer der langen Seiten befindet; man findet dieſelben aber nicht ſo dauerhaft.

An jedem Ende des Wagens befindet ſich in der Mitte eine an zwei Querriegeln geſchraubte ſtarke eiſerne Schiene, Fig. 109. c., welche an dem Ende ein rundes Loch hat. Dieſe dient zur Verkuppelung des Wagens mit mehreren andern, wozu noch die eiſerne Klammer von 14 Zoll Länge, Fig. 110 und der Vorſteckling Fig. 111 gehören. Dieſe Verkuppelung iſt bei weitem beſſer, als diejenige, welche mittelſt Ketten, an dem Anſpannhaken hervorgebracht wird, indem ſie eine

Digitized by Google

ſteife Verbindung zwiſchen zwei Wagen bildet, und verhindert, daß dieſelben gegen einander ſtoßen können. Dieſer Umſtand iſt beſonders wichtig für den Wagenwärter, der ſich gern zwiſchen zwei Wagen auf den Vorſprung eines der Wagen ſtellt, und bei der Verkuppelung mit Ketten leicht Gefahr läuft, beſchädigt zu werden.

Um auf den geneigten Ebenen die Wagen an dem Seil ſchnell befeſtigen, und auch eben ſo ſchnell wieder ablöſen zu können, bedient man ſich der Fig. 112. a, b, dargeſtellten Vorrichtung, die aus einem ſchmiedeeiſernen Verkuppellungsſtücke beſteht, welches an dem Seil befeſtigt iſt, das ſich in eiſerne Kette endigt (a). Es iſt eine Art von Zange, die von unten in den letzten Ring der Kette greift und durch einen Haken feſtgeſtellt wird, der ſich nur öffnen kann, wenn er los gehakt wird. Das Oeffnen geht außerordentlich ſchnell; der Haken wird los gemacht und an ſeinem Handgriff heruntergedrückt, wodurch ſich der untere Theil der Zange öffnet und die Kette am Seilende von ſelbſt hinfällt und den Wagen frei läßt.

Zuweilen beſtehen die Wagenkaſten aus Eiſenblech, wie z. B. beim Kalk, der häufig warm verſendet wird, und auf der Kohlengrube Whingill bei Whitehaven in Cumberland werden Wagen mit gußeiſernen Fördergeſtellen benutzt, auf welche die von Weiden geflochtenen Körbe geſtellt werden, die einen eiſernen Bügel und Bodenſchiene haben, 11 Ztr. Kohlen enthalten, und zugleich als Schachtfördergefäß gebraucht werden.

Die Räder beſtehen aus Gußeiſen, die auf ſchmiedeeiſernen Axen feſtgekeilt ſind und deren Kränze hartgegoſſen (casehardened c.) iſt. Die Vorrichtung zum harten Guß dieſer Räder geht aus der Abbildung Fig. 113. a, b, c, d, hervor. Fig. 113. a, b, iſt ein gußeiſerner Ring (case), unten 1¾ Zoll dick, 4¼ Zoll hoch, 30 Zoll Durchmeſſer im Lichten. Die innere Fläche deſſelben iſt genau nach der äuſſern des Rades ausgedrehet und wird mit Fiſchöl oder mit einer Miſchung von Fiſchöl und Graphitpulver beſtrichen,

damit das flüſſige Eiſen nicht daran feſthält. Der gußeiſerne Ring iſt mit zwei ſchmiedeeiſernen Bändern umgeben, weil er durch die Hitze häufig ſpringt. Dieſer Ring wird flach auf die Hüttenſohle gelegt und das Rad mit Formſand ausgeformt, indem das hölzerne Modell des Rades, welches den gußeiſernen Ring im Innern unmittelbar berührt, hingelegt wird. Wird dann das Modell herausgenommen, ſo bildet der gußeiſerne Ring die Wand, gegen welche der Kranz des Rades ſich abkühlen muß. Hierauf wird der obere Theil der Form gehitzt, welcher aus einem gewöhnlichen eiſernen Kaſten beſteht (Fig. 113, c, d). Derſelbe bildet einen niedrigen Cylinder mit 6 oder 8 Speichen und einem Polygon in der Mitte, zwiſchen die noch Drath eingeflochten wird, damit der Formſand hält. Zwei Oeffnungen dienen zum Eingießen des Eiſens. Vier Zapfen dienen, den Deckel mittelſt eines Krahns auf- und abſetzen zu können. Zwei Zapfen entſprechen den Stellen des gußeiſernen Ringes, wo zwei Leitungsſtückchen aufgeſchraubt ſind, zwiſchen denen dieſe Zapfen einpaſſen, damit der Deckel auf dem Ringe feſtliegt, ſo wie ſolches Fig. 113, d darſtellt. Durch die beiden Eingüſſe wird zu gleicher Zeit Eiſen eingegoſſen, jedoch muß das Eiſen nicht zu hitzig und grau ſeyn. Ein hartes Rad zeigt auf dem Bruche, an der äußern Seite des Kranzes einen weißen Ring, von einem eigenthümlichen ſtrahligen Gefüge, der oft $\frac{1}{2}$ Zoll tief eindringt, während das Innere des Rades gewöhnliches graues Roheiſen iſt. Die äuſſere Oberfläche des Kranzes iſt glatt genug, ſo daß ſie nicht weiter abgedreht zu werden braucht.

Die Bremsvorrichtung iſt bei dieſen Steinkohlenwagen anders, als die weiter oben beſchriebene. Sie kann zwei Räder zu gleicher Zeit hemmen, welches bei ſtark abfallenden Theilen den Bahnen nöthig iſt: Dieſe Bremſe, Fig. 114, a, b beſteht aus einem ſchmiedeeiſernen Arme, der ſich um einen, an dem Wagen befindlichen Zapfen dreht, der ſich in der Mitte zwiſchen den Mittelpunkten zweier Räder befindet. An dieſem eiſernen Arm iſt ein Holzklotz

befeſtigt, an dem zwei Wangenſtücke von weichem Holz angebracht ſind, die, wenn der Bremsarm herabgedrückt wird, ſich an die zwei an einer Seite des Wagens befindlichen Räder, bei dem einen über dem Mittelpunkte, bei dem andern unter demſelben, anlegen, und dadurch dieſe beiden Räder hemmen. Wenn die Bremſe nicht gebraucht wird, ſo iſt der Handgriff derſelben in einem an dem Wagen befindlichen Ring oder Haken eingelegt; während des Bremſens aber muß ein Mann auf den Handgriff mehr oder weniger ſtark drücken.

9. Wagen zum Perſonen-Transport.

Ueber dieſe können wir hier nur wenig bemerken, da die Einrichtung der Geſtelle der Perſonenwagen ſchon weiter oben beſchrieben worden iſt, die Kaſten aber im Allgemeinen wie die der gewöhnlichen Perſonenwagen eingerichtet ſind. Es giebt nach der Größe, Bequemlichkeit und Eleganz verſchiedene Arten ſolcher Wagen, die aber ſämmtlich auf Druckfedern ruhen.

10. Mittel zum Auf- und Abladen [1]).

Da die Zahl der Wagen auf einer Eiſenbahn immer beſchränkt iſt und eine richtige Vertheilung der Wagenzüge an den Auf- und Abladeſtellen immer ihre Schwierigkeiten hat, ſo iſt es von großer Wichtigkeit, daß die Waaren ꝛc. ſehr raſch ſowohl auf- als abgeladen werden können, damit die Wagen ſo wenig als möglich an denjenigen Punkten ſtill ſtehen, wo ſie nichts zu leiſten vermögen. Um dieſes Reſultat zu erlangen müſſen die Waaren ꝛc.

1) ſo leicht als möglich auf- und abzuladen ſeyn;

2) in großen Quantitäten verſandt werden können, um nicht verſchiedene Arten von Wagen, wie ſie ſich für jede beſondere Art der Waaren eignen, herbeiſchaffen zu müſſen;

---

1) Aus Ed. Biot's Werk „über die Anlegung und Ausführung aller Arten von Eiſenbahnen ꝛc." A. d. Franz. v. Schmidt. Weimar 1835.

Digitized by Google

3) müſſen die Auf= und Abladeſtellen mit zweckmäßigen Maſchinen verſehen ſeyn, um dieſe beiden Operationen zu erleichtern.

Die verſchiedenen Arten des Transports auf einer Eiſenbahn laſſen ſich hinſichtlich ihres leichten Auf= und Abladens auf folgende Weiſe klaſſificiren:

1. Perſonen, die ſich ſelbſt auf= und abladen.

2. Steinkohlen, deren Auf= und Abladen ſich leicht bewerkſtelligen läßt.

3. Kalkſtein. Derſelbe läßt ſich zwar ebenfalls leicht aufladen, aber ſeine weit härtern Kanten und Ecken beſchädigen die Wagen beim Abladen.

4. Baumwolle, Wolle, Getreide u. ſ. w. in Säcken.

5. Guß= und Schmiedeeiſen, Quader= und Backſteine, ſo wie andere Artikel, deren Auf= und Abladen entweder wegen ihrer Laſt oder wegen ihres großen Volums mehr Zeit in Anſpruch nimmt.

Steinkohlen können in großen Quantitäten transportirt werden, ſo daß das Aufladen derſelben einer beſtimmten Anzahl von Arbeitern eine ziemlich regelmäßige Beſchäftigung geben kann, wenn ſie die Kohlen in Säcken von den Magazinen bis auf die Eiſenbahnwagen ſchaffen. Jedoch iſt es weit vortheilhafter, von den Steinkohlengruben Nebenbahnen bis zur Hauptbahn zu führen, auf welchen dann der Transport der Steinkohlen bewirkt wird, wie es an mehreren Punkten in England der Fall iſt. Liegt die Mündung des Förderſchachts oder der Förderſtrecke der Steinkohlengruben höher als das Niveau der Eiſenbahn, ſo ſtürzt man die Kohlen aus den Fördergefäßen auf eine ſchräge Bühne, die von Brettern konſtruirt iſt und die Kohlen unmittelbar in die Eiſenbahnwagen rutſchen läßt; oder die Bahn führt bis dicht unter die Mündung der Grube und die Fördergefäße werden unmittelbar in die Bahnwagen entleert, oder auf dieſelben geſetzt und auf dieſe Weiſe weiter transportirt, wie weiter oben bei Fig. 93 und 95 bereits bemerkt worden, indem dadurch die Zerkleinerung der Steinkohlen möglichſt vermieden wird. Die Ein=

Digitized by Google

richtung mit einer ſchiefen Fläche von der Grube zur Bahn hat man an einigen Punkten Englands dazu benutzt, um die verſchiedenen Qualitäten der Steinkohlen, mittelſt einer Art von Roſt von einander zu ſondern. Dieſe Abſonderung wird an andern Orten mit der Hand bewerkſtelligt und erfordert viel Zeit und Sorgfalt, wodurch ſie ſehr koſtſpielig wird. Jedoch kann man das Sortiren der Steinkohlen nicht gut entbehren, da ein großer Unterſchied in dem Verkaufspreiſe der Kohlen aus einer und derſelben Grube, je nachdem die Stücke groß oder klein ſind, exiſtirt. Die kleinen oder Gruskohlen (Steinkohlenklein), die obendrein häufig mit Erde ꝛc. vermengt ſind, haben gewöhnlich nur einen geringen, oft aber auch gar keinen Werth.

Je nach dem Werthe, den der Käufer auf die Größe der Stücke legt, muß man die Steinkohlen bei den verſchiedenen Manipulationen, die ſie während ihres Transportes von der Grube bis zu dem Ort, wo ſie verkauft werden, erfahren, mehr oder weniger ſorgfältig behandeln. Werden z.B. Steinkohlen auf einer Eiſenbahn bis an einen Fluß, oder bis an eine Meeresküſte transportirt, wo ſie an Bord genommen werden ſollen, ſo ſind dieſelben ſo ſanft wie möglich vom Wagen in das Fahrzeug abzunehmen, welches ſie aufnehmen ſoll.

Dieſe Operation iſt wegen der Höhe, welche die Eiſenbahnen über dergleichen Einſchiffungspunkten haben müſſen, um ſich außer dem Bereiche der Fluth zu befinden, nicht ganz ohne Schwierigkeiten. Wenn die Steinkohlen ſchon in kleinen Stücken ſind und man eine fernere Zerkleinerung derſelben nicht ſehr fürchtet, ſo begnügt man ſich, unter der Fallthür der Verpfählung, wo die Eiſenbahn endigt, eine ſchiefe Fläche aus Bohlen anzulegen, auf welcher die Steinkohlen ins Fahrzeug hinabgleiten.

Wir theilen hier die Beſchreibung einiger Auslademaſchinen mit, wie ſie auf den Niederlagen (Coal Staith e.) am Wearfluſſe bei Sunderland vorhanden ſind [1]). Die Ufer

---

[1]) Siehe v. Oeynhauſen und v. Dechen in Karſten's Archiv XIX. 90 ꝛc. Dieſelben theilen auch auf Taf. VI. eine Abbild. mit.

Digitized by Google

dieſes Fluſſes ſind dort ſehr ſteil und faſt ſenkrecht, mehr als 50 Fuß tief eingeſchnitten; zwiſchen denſelben und dem Fluſſe iſt nur ein ſchmaler flacher Raum.

Die Waſſertiefe des Fluſſes iſt bedeutend, ſo daß Schiffe von anſehnlicher Ladungsfähigkeit ziemlich dicht an das Ufer gelangen können. Die Schienenwege von Hetton und von den andern hierher fördernden Gruben, kommen das Thalgehänge 50 bis 60 Fuß hoch mit Bremsbergen [1]) herunter, bis 30 bis 40 Fuß über dem Waſſerſpiegel des Fluſſes. An dem Ende dieſer Schienenwege, dicht am Ufer, ſind die Maſchinen zum Verladen der Kohlen in die Schiffe erbauet.

Dieſelben haben zwar verſchiedene Einrichtungen, ſtimmen jedoch im Weſentlichen mit einander überein. Es werden durch dieſelben die auf dem Schienenwege herabkommenden, 1 Chaldron (= 52 preuß. Zentr.) haltenden Wagen bis ſenkrecht unmittelbar über die Schiffe gehoben und daſelbſt durch Oeffnen der Thüre im Boden des Wagens entladen. Beim Niedergehen ziehen die vollen Wagen ein Gegengewicht in die Höhe, wodurch der leere Wagen wieder bis auf die Sohle des Schienenwegs gehoben wird. Beim Verladen der Kohlen aus den verdeckten Magazinen in die Schiffe, bedient man ſich derſelben Wagen und derſelben Auslademaſchinen.

Beſonders ſind drei dieſer Maſchinen durch das Sinnreiche ihrer ganzen Anordnung ausgezeichnet und verdienen daher eine genauere Beſchreibung. Die einfachſte derſelben beſteht aus einem 36 Fuß hohen Hebelgerüſt, an deſſen unterm Ende ſich eine 18 bis 19 Fuß lange hölzerne Axe befindet, welche ſich auf zwei eiſernen Lagern, die mit Bügel verſehen ſind, drehen kann. Die Axe iſt 1 Fuß Quadrat, die Haupthebel des Gerüſtes 8 bis 10 Zoll; dieſelben ſind mit Streben und Querriegel befeſtigt. An dem obern Ende liegt eine eiſerne 3 bis 4 Zoll ſtarke Axe in dieſen Hebeln, an welchen mittelſt 4 eiſernen, 1 Zoll ſtarken Stäben eine Platt-

---

[1]) Was man unter einem Bremsberg verſteht, wird im 7ten Kapitel näher erklärt werden.

form aufgehängt iſt, die etwa wie eine Wagſchale daran ſchwebt. Dieſe Plattform beſteht aus einem Gerüſt von ſtarkem Holze, iſt $8^1/_3$ Fuß lang und mit einem Schienenweg belegt. Wenn das Hebelgerüſt aufgerichtet iſt, ſo hängt dieſe Plattform gerade vor dem Ende des auf einem Gerüſt bis zu dieſem Punkte verlängerten Schienenweges und bildet die Verlängerung deſſelben. Dieſe Plattform kann mittelſt einer Klammer an dem Schienenwege befeſtigt werden, ſo daß ein Wagen auf dieſelbe gefahren werden kann; vorn liegt ein Querriegel davor und hinten wird der Wagen durch einen Stellbaum vor dem Abgleiten geſichert. Das Hebelgerüſt wird nun durch eine Vorrichtung nieder gelaſſen, beſchreibt einen großen Bogen, während der Wagen auf der Plattform gerade niederhängt und ſo bis auf das Schiff nieder gelaſſen wird. Ein Mann, der über dem Wagen ſteht, öffnet die Thür im Boden, die Kohlen fallen ins Schiff nieder und die Plattform mit dem leeren Wagen ſteigt wieder in die Höhe vor dem Schienenwege, ſo daß der leere Wagen abgefahren werden kann. Die Vorrichtung zum Niederlaſſen und Aufziehen des Hebels befindet ſich über dem Ende des Schienenwegs. An der eiſernen Axe, woran die Plattform hängt, befinden ſich zwei gußeiſerne Seilſcheiben, worüber ein flaches Seil liegt, deſſen eines Ende an dem Gerüſt befeſtigt iſt; das andere führt über eine Leitungsrolle nach zwei Scheiben auf einer gußeiſernen (10 Zoll im Durchmeſſer haltenden) Axe, an der ſich außerdem noch zwei kleinere Seilſcheiben für das Gegengewicht und ein großes Zahnrad von 124 Zähnen und $7^1/_2$ Fuß Durchmeſſer befinden. Dieſes greift in ein kleines Getriebe von 28 Zähnen, an deſſen Axe ſich ein Bremsrad befindet. Daſſelbe hat 8 Fuß Durchmeſſer, iſt von Gußeiſen, mit einem Holzfutter belegt und hat eine hölzerne, etwa $^5/_8$ der Peripherie umfaſſende Bremſe. Das Gegengewicht beſteht aus einer Kette, an der in angemeſſenen Entfernungen Gewichte angehängt ſind, welche zum Theil, wenn der Hebel aufgerichtet iſt, auf dem Boden eines kleinen Schachtes liegen, und alſo nicht wirken; ſobald als der

Digitized by Google

Hebel aber ſinkt; und die Ueberwucht des vollen Wagens immer größer wird, ſo heben ſich die Gewichte von der Sohle des Schachtes auf und vermehren in demſelben Maaße das Gegengewicht, ſo daß die Bremſe im Ganzen wenig zu thun hat, indem der Wagen mit dem Gegengewicht in demſelben Verhältniſſe bleibt und nur die zu ſeiner Bewegung erforderliche Ueberwucht behält. Sobald nun der Ladung über 70 Zentr. wiegende Wagen leer wird, und alſo nur noch 18 bis 20 Zentr. wiegt, ſo haben die Gegengewichte Ueberwucht und der Hebel mit dem Wagen wird wieder in die Höhe gezogen, wobei die Gegengewichte in demſelben Maaße abnehmen, in dem ſie ſich auf der Schachtſohle niederlegen. Der Wagen erhält durch dieſe Vorrichtung eine Bewegung von 31 Fuß nach der horizontalen und von 26 Fuß nach der ſenkrechten.

Die zweite dieſer Vorrichtungen hat manches Aehnliche mit der erſtern. Dieſelbe beſteht aus einem langen, in gutem Holzverbande konſtruirten Hebelgerüſt, deſſen oberer Arm 38, der untere 19 Fuß lang iſt, der auf einer ſtarken hölzernen Axe ſitzt, die ſich in eiſernen Bändern dreht. An dem obern Ende dieſes Hebels befinden ſich zwei eiſerne Seilſcheiben, über welche flache Seile laufen, deren eines Ende an einem Querbalken des Gerüſtes befeſtigt iſt. Das andere Ende dieſer Seile geht über zwei Leitungsrollen nach einem Seilkorb, wo dieſelben auf zwei Bobinen aufgewickelt werden. An derſelben Axe befinden ſich zwei Bremsräder mit hölzernen Bremſen, deren Zug bis nach der Ausſtürzbühne geht, ſo daß der Arbeiter von hier aus das Bremſen verrichten kann. In der Mitte zwiſchen beiden Bremsrädern befindet ſich eine koniſche Trommel, auf der ſich ein Gegengewicht entwickelt, wenn der Hebel mit dem vollen Wagen nieder gelaſſen wird.

Durch das Aufwickeln auf eine koniſche Trommel vermehrt ſich der Halbmeſſer, an dem dieß Gegengewicht wirkt, in demſelben Maaßſtabe, wie der Hebel ſinkt, oder an reſpektiver Schwere zunimmt. Wenn der Kohlenwagen in das Boot ausgeleert worden, ſo hebt ſich durch dieſes Gegenge=

Digitized by Google

wicht der Hebel wieder von ſelbſt in die Höhe, und die Wirkung dieſes Gewichts nimmt wieder in demſelben Maaßſtabe ab, wie der Hebel ſteigt, und daher weniger Kraft zum Heben deſſelben erforderlich iſt. Die Plattform, auf welche die auszuladenden Kohlenwagen geſtellt werden, iſt der zuerſt beſchriebenen ganz ähnlich. Wenn der volle Wagen auf dieſelbe geſtoßen wird, ſo iſt ſie durch zwei eiſerne Klammern mit dem Gerüſt verbunden; dieſe beiden Riegel werden alsdann umgedreht und durch vorgeſteckte Pflöcke befeſtigt, ſo daß ſie den Wagen verhindern, von der Höhe zu gehen.

Durch ein an dem untern Ende des Hebelgerüſtes angebrachtes Gegenwicht, iſt das eigene Gewicht deſſelben in jeder Lage balancirt.

Unmittelbar vor dieſer Ausſtürzbühne iſt ein Bremsberg, auf dem die Wagen ebenfalls mit einem Gegengewicht herunter gebremſt, und die leeren Wagen dann durch daſſelbe wieder in die Höhe gezogen werden.

Die Höhe des Bremsberges beträgt etwa 25 Fuß, welches die Höhe des bedeckten Magazins iſt, in dem die Kohlen aufbewahrt werden, wenn ſie nicht gleich verſchifft werden können. Das Bremsrad befindet ſich an einer Trommel, auf der ein Seil läuft, durch welches der Wagen herabgelaſſen wird.

Auf einem andern Trume derſelben Trommel wickelt ſich das Seil auf, an dem das Gegenwicht wirkt. Um den Weg deſſelben abzukürzen, iſt das andere Ende dieſes Seils an dem Gerüſt befeſtigt und über eine Leitungsrolle geführt. Das Gewicht hängt an einer loſen Rolle wie an einem Flaſchenzug, ſo daß das Seil doppelt ſo lang aufgewickelt werden muß, als der Weg des Gegengewichts beträgt.

Mit dieſer ſehr bequemen Ausladevorrichtung können durch 2 Mann in einer Stunde 48 Chaldrons = 2544 Ztr. verladen werden.

Die dritte Art dieſer Vorrichtung weicht mehr von den beiden andern ab; es iſt ebenfalls ein Hebelgerüſt, deſſen oberer Arm 24 Fuß, deſſen unterer Arm 15 Fuß lang iſt. Die

Digitized by Google

obere Vorrichtung der Plattform iſt genau wie an den vorherbeſchriebenen Maſchinen. An dem untern Ende befindet ſich ein ſehr bedeutendes Gegengewicht, welches nicht nur dem Hebel ſelbſt, ſondern auch dem beladenen Wagen, ſo weit es nothwendig iſt, in jeder Stellung beim Niederlaſſen das Gleichgewicht hält, und den leeren Wagen wieder in die Höhe zu heben im Stande iſt. Zugleich befinden ſich unten an dem Hebel zwei gezahnte Quadranten, aus einzelnen Stücken von Gußeiſen zuſammengeſetzt, welche in zwei kleine Getriebe, die ſich an einer Axe befinden, eingreifen. An derſelben befindet ſich auch ein Bremsrad, wodurch die Geſchwindigkeit des Hebels beim Auf- und Niederlaſſen beſtimmt wird. Um nun auch ſonſt den Hebel in jede Lage bringen zu können, dient ein großes Zahnrad an der vorbenannten Axe, worin ein kleines Getriebe eingreift, an deſſen Axe ſich zwei Kurbeln befinden. Dieſe Vorrichtung ſteht unter dem Gerüſte, worauf das Ende des Schienenwegs liegt, in einem bedachten Raum, ſo daß von außen nur der ſich hin und her bewegende Hebel geſehen werden kann.

Sechstes Kapitel.

Von den Dampfwagen.

Die gewöhnlich auf Eiſenbahnen in Anwendung kommenden bewegenden Kräfte ſind: 1) Pferde, über deren Wirkung wir ſchon im zweiten Kapitel dieſes Werks das Nöthige geredet haben; 2) Dampfwagen (bewegliche oder ortsverändernde Dampfmaſchinen, Locomotive, Remorqueur fr., Locomotive engine, engl.) welche Gegenſtand dieſes Kapitels bilden werden; 3) die Schwerkraft und 4 feſtſtehende Dampfmaſchinen, von denen wir in den folgenden Kapiteln reden werden.

Digitized by Google

Ehe wir zu der Beſchreibung der Dampfwagen in der jetzigen vollkommneren Form übergehen, müſſen wir zuvörderſt eine Reihe von geſchichtlichen Betrachtungen über dieſe wichtige Erfindung anſtellen, wobei wir Dr. Lardner [1]) folgen. Wir bemerkten ſchon mehrmals in dieſem Werke, daß in England Kapital und Kunſtfertigkeit in neueſter Zeit mit ungemeiner Thätigkeit auf die Verbeſſerung des Binnenverkehrs verwendet worden, nnd dieſer wichtige Hebel der Volkswohlfahrt und der Civiliſation hat dadurch eine bedeutende Kraft erlangt. Man erblickt jetzt Wirkungen, welche man, wären ſie vor wenigen Jahren genannt worden, nur für Träume gehalten haben würde. Wer hätte es für möglich gehalten, eine ſchwere eiſerne Maſchine, mit mehreren hunderten Reiſenden beladen, mit einer bedeutenden Laſt von Waſſer und Steinkohlen, auf der Straße von Mancheſter nach Liverpool, eine Strecke von 30 engliſchen Meilen in einer Stunde durchfliegen zu ſehen? Dieß ſieht man jetzt täglich, ja ſtündlich. Und doch iſt die Straße, auf welcher wir dieſes Wunder ſehen, keineswegs die günſtigſte für die Leiſtungen ſolcher Maſchinen. Sie hat eine wellenförmige Fläche und Unebenheiten, welche die Geſchwindigkeit weit mehr vermindern, als es bei ähnlichen Ungleichheiten auf einer gewöhnlichen Heerſtraße der Fall ſeyn würde. Die hier erreichte Geſchwindigkeit iſt nicht weniger wunderbar, als das Gewicht der fortgeſchafften Laſten. Was ſie in dieſer Hinſicht leiſtet, überſteigt weit die Bedürfniſſe ſelbſt der beiden größten Handelsplätze Großbritaniens. Laſten von 50 bis 150 Tonnen werden 15 Meilen weit in einer Stunde fortgeſchafft; aber die Dampfwagen ſind in dieſem Falle unter dem Maße ihrer Leiſtungskraft beladen, und einmal wurde eine Laſt von 230 Tonnen mit einer Geſchwindigkeit von 12 Meilen auf die Stunde fortgeſchafft.

---

[1]) Die Dampfmaſchine faßlich beſchrieben und erläutert, insbeſondere in ihrer praktiſchen Anwendung auf Eiſenbahnen und Dampfſchifffahrt ꝛc. Nach der 5ten Aufl. a. d. Engliſchen. Leipzig 1836, S. 133 ꝛc.

Digitized by Google

Das Erſtaunen, das ſolche Leiſtungen erregen, würde ſich vermindern, wenn die Kunſt der Dampffahrt auf Eiſenbahnen ſchon zu ihrer Reife gelangt wäre, und jene Vollkommenheit erreicht hätte, deren eine ſolche Kunſt immer fähig iſt, wenn lange Erfahrung, umfaſſende wiſſenſchaftliche Kenntniſſe und unermeßliche Geldmittel ihr zu Hülfe kommen. Aber dieß iſt hier nicht der Fall. Die Kunſt, Dampfwagen zu bauen, iſt noch ſo wenig zu ihrer Reife gekommen, daß ſie noch nicht einmal aus dem Zuſtande der Kindheit getreten iſt. Die Leiſtungskraft der Dampfwagen war vor der Eröffnung der Eiſenbahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter ſelbſt unter Männern vom Fache ſo wenig bekannt, daß man die Fortſchaffung ſchwerer Güter als den Hauptgegenſtand der Unternehmung und als die Hauptquelle der zu erwartenden Einkünfte betrachtet. Die unglaubliche Geſchwindigkeit der Fortſchaffung, die ſelbſt bei dem erſten Verſuche im Jahre 1830 erlangt wurde, wirkte auf das Publikum und ſelbſt auf wiſſenſchaftlich gebildete Männer wie eine neue unerwartete Erſcheinung. Die Einnahme, welche die Eiſenbahn ſeit ihrer Eröffnung von Reiſenden erhielt, betrug gegen alle Erwartung beinahe doppelt ſo viel, als die Wagenfracht. Man war in dem Baue der Dampfwagen ſo unerfahren, daß die Unternehmer anfänglich in Zweifel waren, ob ſie große, auf verſchiedenen Punkten der Bahn aufgeſtellte Dampfmaſchinen aufſtellen ſollten, um die Wagen von Station zu Station zu ziehen, oder ob bewegliche Maſchinen nützlicher wären, die Ladung auf der ganzen Bahnlinie fortzuſchaffen. Als ſie ſich zur Anwendung beweglicher Maſchinen entſchloſſen hatten, mußten ſie bis auf dieſen Augenblick mit den Nachtheilen des Mangels an jener Kenntniß kämpfen, welche allein die Erfahrung zu geben vermag. Man hat die Maſchinen ſtets hinſichtlich ihrer Schwere und ihrer Verhältniſſe, ihrer Größe und ihrer Geſtalt vermindert, wie es die Erfahrungen jedes Monats an die Hand gaben. Zeigten ſich Mängel, ſo ward ihnen abgeholfen, vorgeſchlagene Verbeſſerungen wurden ausgeführt und überall Maſchinen

Digitized by Google

von ſolcher Leiſtungskraft verfertigt, daß man die ältern aufgab, nicht weil ſie abgenutzt, ſondern weil ſie durch den raſchen Fortſchritt der Verbeſſerungen zurückgedrängt waren. Dazu kommt, daß bis jetzt nur eine Art von Dampfwagen erprobt worden iſt; die Leiſtungsfähigkeiten anderer müſſen ſich aber erſt entwickeln, und ſelbſt diejenige Form von Maſchinen, mit welchen man ſo viele Verſuche im Großen gemacht hat, um ſie zur Vollkommenheit zu bringen, ſind noch weit von dieſem Punkte entfernt und haben Mängel, von denen viele, wie ein Jeder einſehen wird, durch Zeit und Erfahrung abgeholfen werden. Wenn nun mit Dampfwagen, die alle Unvollkommenheiten einer jungen Erfindung haben, die der gewöhnlichen Vortheile einer vollen Anwendung der Kunſtfertigkeit und Geldmittel des Landes entbehren, und nur erſt in einem große Verſuche erprobt worden ſind, bereits die von uns angegebenen Wirkungen erlangt wurden, was läßt ſich nicht von dieſer außerordentlichen Kraft erwarten, wenn der Unternehmungsgeiſt dieſes Landes entfeſſelt ſeyn, wenn ein größeres Feld der Erfahrung ſich geöffnet haben wird, wenn Zeit, Erfindungsgeiſt und Geldmittel die jetzigen Unvollkommenheiten entfernt und neuere und wirkſamere Principien an das Licht gebracht haben werden? Dieß iſt nicht blos ein Grübeln über Möglichkeiten, ſondern es iſt eine Ausſicht, welche uns wirkliche Fortſchritte näher führen. Es werden Eiſenbahnen zwiſchen den bedeutendſten Punkten des Verkehrs in dem vereinigten Königreiche angelegt, und Dampfwagen für Heerſtraßen vorbereitet, da die Ausführbarkeit und Nützlichkeit dieſer Anwendung die Dampfmaſchine nicht nur durch Verſuche für die Unternehmer genügend bewährt, ſondern auch durch Unterſuchungen eines von dem Parlamente ernannten Ausſchuſſes erwieſen worden ſind.

Die für den Handel und die politiſchen Verhältniſſe wichtigen Wirkungen einer ſolchen vermehrten Erleichterung und Geſchwindigkeit in der Fortſchaffung von Gütern und Perſonen, fallen zu ſehr in die Augen, als daß ſie hier einer umſtändlichen Darſtellung bedürften. Ein, oft bedeutender,

Theil des Preiſes aller Bedürfniſſe und Luxusartikel beſteht in der Fortſchaffung derſelben von den Producenten zu dem Verzehrer und daher muß jede Verminderung oder Erſparung dieſer Koſten eine Herabſetzung des Preiſes aller fortgeſchafften Gegenſtände herbeiführen, d. h. aller Dinge, die für den Lebensunterhalt der Armen, oder für den Genuß des Reichen nöthig ſind. Die wohlthätigen Wirkungen dieſer Herabſetzung werden ſich nicht blos auf den Verzehrer, ſondern auch auf den Erzeuger erſtrecken. Durch die Verminderung der Fortſchaffungskoſten, ſey es bei den Erzeugniſſen des Bodens, oder des Webeſtuhls, wird eine geringere Menge ſolcher Erzeugniſſe angewendet werden müſſen, um das Uebrige auf den Markt zu bringen und der Producent wird daher einen größern Lohn für ſeine Arbeit haben. Der Ackerbauer wird dieſe wohlthätigen Folgen ſelbſt mehr als der Manufakturiſt fühlen, weil bei den Erzeugniſſen des Bodens die Fortſchaffungskoſten verhältnißmäßig größer ſind, als bei den Manufakturwaaren. Sind 200 Scheffel Weitzen nöthig, nur 400 zu erndten, und 100 mehr, um 400 zu Markte zu bringen, ſo wird der reine Ueberſchuß nur 100 ſeyn; wenn aber durch den Gebrauch von Dampfwagen dieſelbe Getreidemenge für den Werth von 50 Scheffeln zu Markte gebracht werden kann, ſo wird der Ueberſchuß auf 150 Scheffel ſteigen, und der Vortheil des Pachters, oder der Pachtzins des Gutsherrn muß in demſelben Verhältniſſe vermehrt werden. Der Ackerbauer würde jedoch nicht blos durch einen erhöhten Betrag des bereits angebauten Bodens gewinnen. Jede Verminderung der Fortſchaffungskoſten für Bodenerzeugniſſe würde Veranlaſſung zum Anbau von minder fruchtbaren Bodenflächen geben, deren Ertrag jetzt nicht die Koſten des Anbaues und der Fortſchaffung erſtatten könnte. So würden Ländereien urbar gemacht werden, die jetzt wüſt liegen. Es iſt bekannt, daß das Land von einem beſtimmten Grade der Fruchtbarkeit durch vermehrte Anwendung von Geldmitteln einen höhern Ertrag gewährt; durch die Verminderung der

Digitized by Google

Fortſchaffungskoſten aber wird eine Erſparung gemacht werden, die den Landbauer in Stand ſetzt, den bereits angebauten Ländereien die erſparten Geldmittel zuzuwenden, und dadurch ihren jetzigen Ertrag zu erhöhen. Es würde daher eine ſolche Wirkung nicht nur eine Vermehrung des Umfanges der angebauten Ländereien, ſondern auch einen beſſern Anbau des bereits fruchtbaren Bodens zur Folge haben.

Der Angabe nach hat Großbrittanien gegen eine Million Pferde, die auf verſchiedene Weiſe zur Fortſchaffung von Perſonen und Gütern gebraucht werden, und die Unterhaltung jedes Pferdes fordert ſo viel Land, als zum Lebensunterhalt von acht Menſchen hinreichend wäre. Würde nun dieſer Betrag von thieriſcher Kraft durch Dampfmaſchinen erſetzt, und das Fortſchaffungsmittel aus dem Schooße der Erde gezogen, ſtatt von ihrer Oberfläche genommen werden, ſo würde, wenn jene Berechnung richtig iſt, eben ſo viel Land für den Unterhalt von Menſchen frei werden, als für einen Bevölkerungszuwachs von acht Millionen hinreichend wäre, oder die Unterhaltsmittel der jetzigen Volksmenge würde um ein Drittheil des jetzigen Ertrags ſteigen. Der Einwurf, daß es Land gebe, deſſen Ertrag nur zum Unterhalt von Pferden dienen könne, und ſolches Land dann nicht mehr bebauet werden würde, verdient keine Beachtung. Ob es eine beträchtliche Menge ſolcher Ländereien gebe, iſt ſehr zu bezweifeln. Wo iſt der Boden, der ein Pferd nähren, aber nicht Ochſen, nicht Schafe, der nicht für Menſchen Nahrung geben würde? Aber geſetzt, es gebe einen kleinen Theil ſolcher Ländereien, ſo kann er denjenigen nicht überſteigen, ja nicht erreichen, der hinlänglich zur Ernährung der Anzahl von Pferde ſeyn würde, die noch immer, entweder zum Vergnügen, oder in mehren Fällen, wo Dampfkraft nicht anwendbar wäre, gebraucht werden möchten. Auch iſt zu beobachten, daß die Verminderung des Preiſes der Pferde, durch das Aufhören einer umfaſſenden Benutzungsart derſelben, den Begehr für andere Zwecke vermehren würde.

Die Verminderung der Fortſchaffungskoſten wird den Marktpreis der Manufakturwaaren herabſetzen und dadurch ein vermehrter Verbrauch derſelben herbeigeführt werden. Dieſe Bemerkung gilt nicht blos für den einheimiſchen, ſondern auch für den auswärtigen Markt. In Beziehung auf viele Manufakturzweige genießt England (leider, leider!) bereits ein Monopol auf fremden Märkten. Die Preisverminderung, welche durch Wohlfeilheit und Leichtigkeit der Fortſchaffung herbeigeführt werden muß, wird Englands Vortheile ſteigern. Eine nothwendige Folge wird das Bedürfniß der Vermehrung arbeitender Hände in den Manufakturen ſeyn, und dieſe Vermehrung wird auf das Intereſſe des Akerbaues zurückwirken, indem ſie ſeinen Erzeugniſſen einen erweiterten Markt öffnet. So verflochten und verwickelt ſind die Fäden, welche das Gewebe des hochciviliſirten und künſtlichen Gemeinweſens in England bilden, daß eine, in irgend einem Punkte hervorgebrachte Wirkung auf die entfernteſten und, dem Anſcheine nach, gar nicht mit ihm verbundenen Theile, ſogleich ihren Einfluß ausübt.

Die beiden Vortheile, vermehrte Wohlfeilheit und Geſchwindigkeit werden nicht nur den beſtehenden Verkehr erweitern, ſondern auch neue Gegenſtände des Handelsverkehrs ins Leben rufen. Wie die vrmind^erten Fortſchaffungskoſten zum Anbau neuer Ländereien Anlaß geben, ſo öffnen ſich neue Märkt für Manufakturwaaren und Erzeugniſſe des Bodens. Die große Geſchwindigkeit der Fortſchaffung, die ſich als ausführbar erwieſen hat, muß einen Handel zwiſchen entfernten Punkten in Beziehung auf Gegenſtände öffnen; die nicht über eine gewiſſe Zeit hinaus brauchbar bleiben. Dahin gehören viele Arten von Gewächſen und thieriſchen Nahrungsmitteln, die jetzt auf diejenigen Märkte beſchränkt ſind, welche dem Anbauer oder Viehzüchter nahe liegen. Die Richtigkeit dieſer Bemerkung ergiebt ſich aus den Folgen der Dampfſchifffahrt auf dem Kanal zwiſchen England und Irland. Die Städte des weſtlichen Englands ſind jetzt Märkte für eine ungeheure Menge von irl ädiſchen

Erzeugniſſen, die früher gar nicht ausgeführt werden konnten. Können die Thiere, welche zur Nahrung dienen, von dem Viehzüchter dem Conſumirenden lebendig zugeführt werden, ſo wird kein Markt zu entfernt ſeyn, ſobald das Thier den Weg zurückzulegen im Stande iſt und die Koſten des Unterhalts auf der Reiſe nicht zu groß ſind. Es giebt nur einige Thiere, die auf gewöhnlichen Straßen und auf Wagen, die von Pferden gezogen werden, ſich fortſchaffen laſſen. Auf Eiſenbahnen aber können große Laſten ſo raſch fortgeſchafft werden, daß ſich Vieh aller Art eben ſo leicht als wohlfeil ſelbſt an die entfernteſten Orte führen läßt.

Die moraliſchen und politiſchen Folgen einer ſo großen Veränderung in den Mitteln, Perſonen und Geiſteskräfte von einem Orte zum andern zu ſchaffen, laſſen ſich kaum berechnen. Die Vereinigung von Verſtand und geiſtiger Regſamkeit, die in einer großen Hauptſtadt immer als in einem großen Mittelpunkte ſtattfindet, wird ſich in einem bedeutenden Umfange auf das ganze Reich erſtrecken. Es wird dieſelbe Wirkung eintreten, als ob alle Entfernungen vermindert wären, in dem Verhältniſſe, in welchem Schnelligkeit und Wohlfeilheit der Fortſchaffung zunehmen. Städten, die jetzt weit von der Hauptſtadt entfernt ſind, werden ihre Vorſtädte, die eine Tagereiſe weit ſind, in ihre Nähe gerückt. Mögen diejenigen, die ſolche Erwartungen für Träume halten, ſich erinnern, wie vor nicht langer Zeit die Volksmeinung über Dampfſchifffahrt urtheilte. Die Möglichkeit, den Kanal zwiſchen England und Irland und dem Meere, welche die brittiſchen Inſeln beſpülen, mittelſt der Dampfmaſchine zu befahren, wurde zu einer Zeit, die vielen noch nicht über die Lebensmitte hinausgeſchrittenen Zeitgenoſſen gegenwärtig iſt, als eine Schwärmerei betrachtet. Seeleute und wiſſenſchaftlich gebildete Männer verwarfen ungläubig ſolche Entwürfe, und bemitleideten faſt den Verſtand derjenigen, die auch nur einen Augenblick ſich damit beſchäftigen konnten. Und doch haben wir es erlebt, daß Dampfſchiffe nicht nur das brittiſche Meer befahren,

ſondern auch längs allen europäiſchen Küſten ſteuern. Die Meere zwiſchen Egypten und den brittiſchen Beſitzungen in Aſien, die Meere, welche die weſtindiſchen Colonien trennen, haben der Kraft der Dampfmaſchine eben ſo wenig Gränzen zu ſetzen vermocht. Die Stürme des ſtillen Meeres haben das Dampfſchiff Entrepriſe nicht abgehalten, das Vorgebirge zu umſegeln, und Indiens Küſten zu erreichen. Wird der Dampf nicht als das einzige Mittel benutzt, die entfernteſten Theile der Erde zu verbinden, ſo wird es nicht darum unterlaſſen, weil er zur Erreichung dieſes Zweckes unzureichend wäre, ſondern weil der Stoff, aus welchem er bis jetzt ſeine Kraft bezieht, die Steinkohlen, durch örtliche und zufällige Umſtände beſchränkt iſt.

Wir wollen nun die Mittel, durch welche die angegebenen Wirkungen hervorgebracht wurden, ins Auge faſſen und zeigen, wie und in wiefern jene Mittel benutzt worden ſind, und welcher Verbeſſerungen ſie noch fähig zu ſeyn ſcheinen.

Es iſt ein ſonderbarer Umſtand, daß in der Geſchichte dieſer Erfindung viel Zeit und viel Scharfſinn vergebens aufgewendet ward, um eine Schwierigkeit zu beſiegen, die ſich endlich als eine eingebildete ergab. Will man begreifen, wie ein Wagenrad von Dampf fortgetrieben werde, ſo nehme man an, es ſey ein Zapfen in die Speiche des Rades in einiger Entfernung vom Mittelpunkte befeſtigt, und es wirke auf dieſen Zapfen eine Kraft in der Art, daß ſich das Rad umdrehe. Wenn der Felgenkranz und die Oberfläche der Straße ganz glatt wären, und keine Reibung ſtattfände, ſo daß die Felge ohne Widerſtand auf der Straße fortglitte, ſo würde die angewendete Kraft blos die Wirkung haben, das Rad umzudrehen, der Wagen aber ſtehen bleiben, während die Radfelge beim Umdrehen des Rades fortglitte. Wäre dagegen der Druck des Felgenkranzes auf die Straße ſo ſtark, daß wiſchen beiden eine Anhaftung (Adhäſion) ſtatt fände, die es dem Rade unmöglich machte, durch Wirkung der auf daſſelbe angewendeten Kraft auf der Straße fortzugleiten,

ſo würde die Folge ſeyn, daß ſich das Rad unter dem Einfluſſe der es bewegenden Kraft, umdrehen müßte, wodurch der Wagen zum Fortrücken genöthigt werden würde und zwar um eine Strecke, die bei jeder vollſtändigen Umdrehung des Rades, dem Umfange deſſelben gleich wäre.

Es fällt in die Augen, daß dieſe beiden Wirkungen nur theilweiſe hervorgebracht werden können, die Adhäſion des Rades und der Straſſenfläche kann unzulänglich ſeyn, das Gleiten gänzlich zu verhüten, aber doch zu verhindern hinreichend, daß das Rad ſo ſchnell gleite, als es ſich umwälzt. Unter ſolchen Umſtänden würde der Wagen fortrücken, und das Rad gleiten. Die fortſchreitende Bewegung des Wagens während einer vollſtändigen Umdrehung des Rades würde gleich ſeyn der Differenz zwiſchen dem vollſtändigen Umfange des Rades und dem Theile, durch welchen es bei einer Umdrehung fortgeglitten iſt.

Als man ſich mit dem Baue der Dampfwagen zu beſchäftigen anfing, und noch lange Zeit nachher, glaubten die Kunſtverſtändigen, die Adhäſion zwiſchen dem Felgenkranze und der Straſſenfläche müſſe nothwendig ſehr unbedeutend ſeyn, und die fortbewegten Räder würden entweder völlig gleiten, oder kein Fortrücken des Wagens bewirkt werden, oder ein anſehnlicher Theil der forttreibenden Kraft würde durch theilweiſes Gleiten der Räder verloren gehen. Es iſt doch ſonderbar, daß es ſo vielen ſcharfſinnigen Männern, die ſich mehrere Jahre lang mit ſolchen Verſuchen und Unternehmungen beſchäftigten, nie einfiel, durch Verſuche den wirklichen Betrag der Adhäſion zwiſchen den Rädern und der Straßenfläche in einem einzelnen Falle auszumitteln. Wenn ſie dies gethan hätten, ſo würden wir jetzt die Dampfwagen wahrſcheinlich in einem vollkommenern Zuſtande ſehen. [1])

---

[1]) Die erſte Idee, Fuhrwerke mittelſt Dampfmaſchinen zu treiben, ſoll bereits 1755 der Franzoſe Gautier gehabt haben und ohngefähr um dieſelbe Zeit äußerte der engliſche Phyſiker Robiſon gegen den berühmten Mechaniker Watt, daß es vortheilhaft

Digitized by Google

Um dieſer eingebildeten Schwierigkeit abzuhelfen, wollten Trevithik und Vivian die äußere Fläche der Radfelgen rauh und uneben machen, und ſie zu dieſem Zwecke mit Nägeln beſchlagen, oder in der Quere mit Rinnen durchſchneiden. Wo bedeutende Anhöhen zu befahren waren, wollten ſie bei dem Hinanfahren Stifte oder Nägel hervortreten laſſen, welche in die Straßenfläche eingreifen könnten.

Sieben Jahre nach der Erbauung des von Trevithik und Vivian angegebenen Dampfwagens ward ein anderer von Blenkhinſop gebaut, der 1811 ein Patent für die Anwendung deſſelben auf Eiſenbahnen erhielt. Die Eiſenbahn zeigte nun nicht mehr glatte Eiſenſchinen, ſondern eine Reihe hervorragender Zähne, einem Zahnrade ähnlich, längs der ganzen Bahnlinie. Die Räder des Dampfwagens hatten ähnliche Zähne, welche in die gezähnten Schienen eingriffen und auf dieſe Weiſe ward eine fortſchreitende Bewegung des Wagens bewirkt. Eine ſpätere Erfindung zur Beſiegung der vermeintlichen Schwierigkeit ward im Jahre 1812 von den Gebrüdern Chapmann angegeben. Sie beſtand in einer Kette, die ſich längs der Mitte der Bahnlinie von einem Ende bis zum andern ausdehnte. Dieſe Kette lief einmal um ein mit Rinnen in der Felge verſehenes Rad unter dem

---

ſeyn würde, Wagen durch Dampf zu bewegen; doch kam der Gedanke nicht zur Ausführung. Die Condenſationsvorrichtung war ein großes Hinderniß dabei. Erſt als die Hochdruckmaſchinen, bei denen gar keine Condenſation der Dämpfe ſtattfindet, bekannt wurden, war es daher möglich, Dampfwagen zu bauen. Obgleich man das Princip der Hochdruckmaſchinen ſchon lange kannte, ſo baueten doch erſt Trevithik und Vivian im Jahre 1802 die erſte Hochdruckmaſchine, die in England eine umfaſſende praktiſche Anwendung erhielt. 1804 erlangten dieſelben Mechaniker ein Patent um mittelſt derſelben Maſchine Wagen auf Eiſenbahnen fortzutreiben und machten damit im Jahre 1804 einen gelungenen Verſuch auf der Eiſenbahn zu Merthyr Tydril in Südwales. (S. Lardner a. a. O. 138 ꝛc.)

Mittelpunkte des Wagens, ſo daß, wenn dieſes Rad durch die Maſchine umgedreht wurde, da die Kette nicht gleiten konnte, der Wagen auf der Straße fortgerückt wurde. Man gab aber dieſe Erfindung bald auf, weil durch die Reibung der Kette ein ungeheurer Kraftverluſt herbeigeführt wurde.

Das nächſte Jahr 1813 brachte eine ſehr ſinnreiche Erfindung zu demſelben Zweck, ein Paar mechaniſche Beine oder Füße, welche den Thierfüßen ähnlich, gehen und den Wagen fortſchieben ſollten; jedoch kann dieſe Erfindung mehr für eine Probe großen Scharfſinnes, als für eine praktiſche nützliche Vorrichtung gelten.

Ungefähr um dieſelbe Zeit wurde zuerſt die wichtige Thatſache ausgemittelt, daß die Adhäſion, oder die Reibung der Räder mit den Schienen, auf welchen ſie ſich bewegen, ganz hinlänglich ſey, die Maſchine fortzutreiben, ſelbſt wenn ſie eine große Laſt nach ſich zöge, und daß in dieſem Fall die fortſchreitende Bewegung ohne Gleiten der Räder würde bewirkt werden können. Die Folgen dieſer Thatſache machten alle Erfindungen, um die Räder auf der Straße fortzutreiben, unnütz. Der Verſuch, welchem man dieß Ergebniß verdankte, zeigte, daß auf einer ebenen Bahn mit ganz reinen Schienen die Adhäſion der Räder bei jedem Wetter hinlänglich war, beträchtlich beladene Wagen fortzutreiben. Es wurde zuerſt mit Handarbeit ausgemittelt, wie viel Gewicht die Räder eines gewöhnlichen Wagens tragen würden, ohne auf der Bahn zu gleiten, und als man das Verhältniß zu dem Gewichte gefunden hatte, ergab ſich, daß das Gewicht der Maſchine eine hinlängliche Adhäſion hervorbringen würde, die nöthige Anzahl von Wagen auf einer Eiſenbahn hinter ſich zu ziehen.

Im Jahre 1814 wurde von Stephenſon zu Killingworth eine Maſchine erbauet, die zwei Cylinder mit einem cylindriſchen Keſſel hatte und zwei Paar Räder durch Kurbeln bewegte, die in rechten Winkeln angebracht waren, ſo daß wenn die eine in voller Thätigkeit war, die andere ruhte. Die Kurbeln wurden in jener Stellung durch eine Kette

Digitized by Google

ohne Ende erhalten, die um zwei gezähnte Räder unter der Maſchine lief, welche an die Achſe der Wagenräder befeſtigt waren. Die Räder waren an den Achſen befeſtigt und drehten ſich mit ihnen. Die in Fig. 116 gegebene Abbildung zeigt die Seiten der Maſchine offen um den innern Mechanismus zu zeigen. AB iſt der cylindriſche Keſſel, CC die Cylinder, DE die gezähnten Räder, die von der endloſen Kette umgeben an den Achſen der Maſchinen-Räder befeſtigt ſind. Dieſe Räder vollenden gleichzeitig ihre Umdrehung, ſo daß, wenn die Kurbel F zu dem niedrigſten Punkte hinabſteigt, die Kurbel G von dem niedrigſten Punkte zur horizontalen Stellung D hinaufgeht, und wenn die Kurbel F von dem niedrigſten Punkte zur horizontalen Stellung E hinangeht, die andere Kurbel zu dem höchſten Punkte ſteigt u. ſ. w. Bei dieſer Maſchine wurde eine ſchöne Erfindung angebracht, mittelſt welcher ſie auf Federn von Dampf ruhte. Kleine Cylinder, die ſich bei H befinden, ſind an eine Seite des Keſſels geſchraubt und ragen darin um einige Zolle vor; ſie haben offene Verbindung am obern Theile mit dem Waſſer oder Dampfe im Keſſel. Die Kolben J bewegen ſich dampfdicht in dieſen Cylindern. Dieſe ſind am Boden offen, und die Kolbenſtangen an den Wagen der Maſchine geſchraubt, über der Achſe jedes Räderpaares. Wie die Maſchine in der Figur dargeſtellt iſt, wird ſie von 4 Kolben, 2 auf jeder Seite, getragen. Die Kolben werden vom Waſſer oder vom Dampfe im obern Theile des Cylinders gedrückt, und da der Dampf im höchſten Grade elaſtiſch iſt, ſo hat die Maſchine alle Vortheile, die das Hängen in Federn geben kann. Die Mängel dieſer Erfindung aber gehen daraus hervor, daß, wenn der Dampf die zum Tragen der Maſchine nöthige Elaſtizität verliert, die Kolben in die Cylinder hinabgehen, bis ſie auf den Boden kommen und alle Elaſtizität aufhört. In einer ſpäter von Stephenſon erbauten Maſchine wurde die Vorrichtung, die Räder durch eine Kette ohne Ende und durch Zahnräder zu verbinden, wieder aufgegeben. Dieſelbe Wirkung wird erreicht, indem die beiden Kurbeln durch eine

Digitized by Google

gerade Stange mit einander verbunden wurden. Alle Erfindungen dieſer Art haben aber den großen Mangel, daß wenn die hintere und vordere Räder nicht vollkommen gleiche Dimenſionen haben, immer ein Gleiten oder Schleppen auf der Straße ſtattfinden muß.

Das Weſen der Maſchinerie verlangt, daß jedes Rad ſeine Umdrehung genau in derſelben Zeit macht, und dabei folglich jedesmal über eine ganz gleiche Straßenlänge gehen muß. Iſt daher der Umfang der Räder ungleich, ſo muß das Rad von kleinerem Umfange um ſo viel auf der Straße geſchleppt werden, als es im Umfange den größern nachſteht, oder das größere Rad wird in entgegengeſetzter Richtung geſchleppt, um die Differenz auszugleichen. Da kein Mechanismus eine vollkommene Gleichheit in vier, viel weniger in ſechs Rädern hervorbringen kann, ſo kann man annehmen, daß jenes Schleppen großentheils eine Folge des Princips der Maſchine iſt. Selbſt wenn die Räder urſprünglich genau gebaut geweſen wären, können ſie doch bei längerm Gebrauche nicht ganz gleichförmig bleiben.

Der nächſte Anſtoß zu den Fortſchritten der Erfindung war das große Nationalwerk, die Städte Liverpool und Mancheſter durch eine doppelte Eiſenbahn zu verbinden. Als dieß Unternehmen begann, war noch nicht entſchieden, welche bewegende Kraft auf der neuen Bahn ſich als das zweckmäßigſte Fortſchaffungsmittel erweiſen möchte. Man hatte zwiſchen Pferdekraft, ſtehenden Dampfmaſchinen und Dampfwagen zu wählen, aber das erſte dieſer Mittel ward aus nahe liegenden Gründen ſogleich verworfen, und es blieb nur noch die Wahl zwiſchen den beiden andern.

Man kann ſich der Dampfmaſchine auf doppelte Weiſe bedienen, um Wagen auf einer Heerſtraße oder auf einem Schienenwege fortzuſchaffen. Bei der einen Benutzungsart iſt die Dampfmaſchine ſtehend, und zieht den Wagen oder den Wagenzug mittelſt einer ſich über die ganze Bahnlinie ausdehnenden Kette zu ſich. Die Bahn iſt in dieſem Falle in mehrere kurze Räume getheilt, am Ende eines jeden ſteht

Digitized by Google

eine Dampfmaſchine. Sind die Wagen bei der Maſchine angekommen, die ſie zieht, ſo werden ſie losgemacht und mit dem Ende der Kette verbunden, die von der nächſten Dampfmaſchine gezogen werden ſoll. So wird die Reihe von Maſchine zu Maſchine vollendet. Bei der andern Benutzungsart zieht die Maſchine die Laſt auf dem ganzen Wege, und bewegt ſich mit ihr.

Als die Bahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter der Vollendung nahe war, gaben die Unternehmer den erfahrnen Kunſtverſtändigen Stephenſon und Lock, Walker und Raſtrick den Auftrag, die Eiſenbahnen zu beſuchen, wo praktiſche Belehrung über die Wirkungen der ſtehenden Dampfmaſchinen und Dampfwagen erwartet werden konnte, und ſie erhielten von dieſen Männern Berichte über das Zweckmäßige beider Benutzungsarten der Dampfmaſchine [1]). Das Ergebniß der Vergleichung war, daß die Anlegung einer Reihe ſtehender Dampfmaſchinen bedeutender Geldmittel erfordern würde, als die Erlangung einer gleichen Fortſchaffungskraft durch Dampfwagen, daß die jährlichen Unterhaltungskoſten bei ſtehenden Maſchinen gleichfalls höher ſteigen würden, und folglich auch die Fortſchaffungskoſten bei dieſen beträchtlicher ſeyn mußten. Das Anlagekapital wurde bei Dampfwagen 58,000 Pfund Sterling, bei ſtehenden Maſchinen auf mehr als 121,100 Pfund Sterling, die jährlichen Ausgaben bei jenen 25,000 bei dieſen 42,000 Pfund Sterling berechnet.

In Hinſicht auf Erſparniß hatten daher Dampfwagen den Vorzug; aber es traten noch andere Umſtände ein, welche die Wahl der Unternehmer beſtimmten. Tritt auf einem Theil der Bahnlinie, auf welcher ſtehende Maſchinen wirken, ein Unfall ein, ſo entſteht auf der ganzen Linie eine Hemmung. Es würde daher in jedem Theile die wachſamſte Aufmerkſamkeit aller, auch noch ſo ſehr beſchäftigten Arbeiter

---

[1]) Die umſtändlichere Berechnungen findet man in Wood's practical treatise on railroads and interior communication in general. (2te Aufl. London 1832.)

erforderlich ſeyn; aber außerdem würden eben ſo nachtheilig, eben ſo hemmend für die ganze Bahn Unfälle ſeyn, die entſtänden, wenn eine Kette zerriſſe oder in Unordnung geriethe, oder wenn eine der ſtehenden Maſchinen in ihrer Wirkſamkeit geſtört würde. Bei Dampfwagen hingegen könnte ein Unfall nur den einzelnen Wagenzug treffen, den die Verunglückte Maſchine zog, und ſelbſt dann ließe ſich der Schwierigkeit abhelfen, wenn man auf paſſenden Stellen der Bahnlinie Erſatzmaſchinen vorräthig hätte. Bei ſtehenden Dampfmaſchinen ſind Unfälle allerdings unwahrſcheinlicher, als bei Dampfwagen; aber wenn ein Unfall eintritt, ſind die verderblichen Folgen weit größer, als bei jenen. „Das eine Syſtem — ſagte Waker in ſeinem Berichte — gleicht einer von Liverpool nach Mancheſter reichenden Kette, und wenn ein Glied derſelben verunglückt, ſo iſt gleich das Ganze zerſtört, wogegen das andere eine Anzahl kurzer und unverbundener Ketten gleicht.“ Wird auch eine derſelben zerſtört, ſo leiden die andern nicht darunter, und der Verluſt kann leicht wieder erſetzt werden.

Die Unternehmer entſchieden ſich für den Dampfwagen. Es ward nun zuvörderſt ein Preis von 500 Pfund Sterling auf den beſten Dampfwagen geſetzt, und eine Zeit beſtimmt, wo die Arbeiten der Preisbewerber einer öffentlichen Prüfung unterworfen werden ſollten. Die Bedingungen waren, daß die Maſchine keinen Rauch machen, daß der Dampfdruck nicht über 50 Pfund auf den Quadratzoll betragen, daß die Maſchine wenigſtens das Dreifache ihres Gewichts, und zwar nicht weniger als 10 Meilen in der Stunde ziehen, auf Federn ſtehen und nicht über 15 Fuß hoch ſeyn ſollte.

Auch wurden Vorſichtsmaaßregeln gegen das Zerſpringen der Keſſel angegeben, und andere Punkte beſtimmt, deren Erwähnung hier überflüſſig ſeyn würde. Die Preisbewerbung ward im März 1829 eröffnet, und im Oktober deſſelben Jahrs ſollte die Prüfung erfolgen. Es kamen drei Wagen zur Bewerbung, der Rocket von Stephenſon, der Sanspareil von Hackworth, und der Novelty von Braith=

Digitized by Google

waithe und Ericſon. Der Rocket gewann den Preis. Zur Prüfung ward eine Bahnlinie, ungefähr zwei engliſche Meilen von Liverpool und Mancheſter beſtimmt. Die Entfernung zwiſchen den beiden Stationen war anderthalb Meilen, und die Maſchine mußte dieſe Entfernung zehnmal rückwärts und vorwärts zurücklegen, folglich überhaupt eine Reiſe von 30 engl. Meilen machen. Der Rocket legte die Reiſe zweimal zurück, zuerſt in 2 Stunden 14 Minuten und 8 Sekunden, dann in 2 Stunden 6 Minuten 49 Sekunden. Die Schnelligkeit war verſchieden auf verſchiedenen Theilen der Bahn, die größte Geſchwindigkeit etwas über 29 engl. Meilen, die geringſte $11^1/_2$ engl. Meilen in einer Stunde. Die durchſchnittliche Geſchwindigkeit auf der Reiſe war $13^4/_{10}$ Meilen, auf der andern $14^2/_{20}$ Meilen in einer Stunde. Der Rocket war der einzige Dampfwagen, der die verlangte Reiſe zurücklegte, die andern wurden durch Unfälle in ihren Verſuchen gehemmt [1]).

---

[1]) Die Dampfwagen auf der Eiſenbahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter, deren es über 30 giebt, zerfallen nach den Dimenſionen ihrer Theile, von welchen ihre Wirkungskraft hauptſächlich abhängt, in fünf Klaſſen, und noch jetzt ſind deren vier im Gebrauch.

Klaſſe.	Durchmeſſer des Cylinders.	Kolbenhub.	Durchmeſſer der Räder.		Gewicht.	Druck auf den Quadrat-Zoll im Keſſel.
	Zoll.		Fuß	Zoll	Tonnen.	Pfunde.
1.	14	16	4	6	12	50
2.	12	16	5	—	12	50
3.	11	16	5	—	8 — 9	50
4.	11	18	5	—	8 — 9	50

In die fünfte Klaſſe gehören die bei der Eröffnung der Bahn gebrauchten Dampfwagen. Ihre Cylinder haben 10 Zoll und noch weniger Durchmeſſer und Kolbenhub, Durchmeſſer der Räder und Gewicht der Maſchine ſind nach Verhältniß verſchieden. Sie werden jetzt faſt gar nicht mehr gebraucht.

Digitized by Google

Der groſse, bei dem Bau dieſer Maſchinen zu erreichende Zweck war, hinlängliche Leichtigkeit mit der gröſstmöglichſten

---

Von den 32 für die Geſellſchaft gebauten Dampfwagen, von welchen ſie noch 30 beſitzt, haben 2 einen Cylinder von 14 Zoll im Durchmeſſer, 4 von 12 Zoll, 16 von 11 Zoll mit 16 Zoll Kolbenhub und 2 von 11 Zoll mit 18 Zoll Kolbenhub. Die übrigen 8 ſind von geringern Verhältniſſen und gehören in die fünfte Klaſſe. Alle haben einen wirklichen Druck von 50 Pfund auf den Quadratzoll im Keſſel.

Nach jenen Dimenſionen wird gewöhnlich die Wirkungskraft der Dampfwagen angegeben. Soll aber eine ſolche Angabe vollſtändig und zur Bezeichnung der Maſchinen-Wirkung unter allen Umſtänden hinreichend ſeyn, ſo müſſen noch zwei andere Elemente hinzugefügt werden, nemlich die Reibung der Maſchine und der Umfang der heitzenden Oberfläche des Keſſels.

Die bei ſtehenden Dampfmaſchinen gewöhnliche Art, die Leiſtungsfähigkeit durch Vergleichung mit Pferdekräften auszudrücken, iſt in allen Fällen mangelhaft und würde bei Dampfwagen gar nicht anwendbar ſeyn. Erſtens iſt die Wirkungskraft eines Dampfwagens nicht allein von der in dem Dampfe befindlichen Kraft abhängig, ſondern auch von dem Gewichte der Maſchine, welches eine gröſsere oder geringere Abhäſion der Räder auf den Schienen verurſacht, nnd folglich die Bewegung einer mehr oder weniger beträchtlichen Laſt bewirkt. Zweitens muſs ſich der Dampfwagen mit verſchiedener Geſchwindigkeit bewegen. Auſser dem Gewichte der Ladung iſt auch der Umſtand zu berückſichtigen, daſs die Maſchine, indem ſie ſich fortbewegt, ihre eigene Reibung zu überwinden hat. Dieſe Reibung die daher immer als eine unveränderliche Gröſse bei dem Widerſtande erſcheint, von welchem ſie zuvörderſt abgezogen werden muſs, beſchränkt, nach Verhältniſs der Geſchwindigkeit der Bewegung, die in der Maſchine übrig bleibende, auf die Ladung zu verwendende Kraft. Wenn wir daher die Kraft der Maſchine durch die hervorgebrachte Wirkung beſtimmen wollten, ſo würden wir finden, daſs eine ſolche Schätzung bei jedem Grade der Geſchwindigkeit, in welchem wir die Maſchine betrachteten, verſchieden ausfallen würde. Drittens bewegt ſich der Dampfwagen dreimal bis viermal ſchneller, als ein Pferd vermag, und es würde daher eine unverſtändliche Fiktion ſeyn, ſeine Leiſtungsfähigkeit mit Pferdekräften zuſammenzuſtellen. —

Digitized by Google

Hitzkraft zu vereinigen. Das Feuer wirkt auf doppelte Weiſe auf das Waſſer, erſtens durch ſeine ſtrahlende Wärme, zweitens durch den Strom heißer Luft, den der Kanal im Heerd durch das Feuer treibt und der zuletzt in den Rauchfang übergeht. Zur Erreichung dieſes Zweckes iſt es nöthig, dieſen beiden Wärmequellen die gröſstmöglichſte Ausdehnung der mit dem Waſſer in Berührung ſtehenden Oberfläche auszuſetzen. Dieß geſchah auf eine bewundernswürdige Weiſe durch Stephenſon's Rocket.

Die in Fig. 116 dargeſtellte Maſchine ſteht auf 4 Rädern, die Hauptlaſt aber ruht auf einem, durch die Maſchine getriebenen Paare. Der Keſſel iſt ein 6 Fuß langer Cylinder mit flachen Enden. Der Rauchfang ſteigt an dem einen Ende herauf und am andern Ende iſt ein viereckiger Kaſten B angebracht, auf deſſen Boden der Roſt des Feuerheerdes ſich befindet. Dieſer Kaſten beſteht aus zwei eiſernen, in einander geſetzten Behältern, zwiſchen welchen ſich ein etwa 3 Zoll weiter Raum befindet; der Kaſten iſt 3 Fuß lang, 2 Fuß breit und 3 Fuß tief. Der äußere Behälter iſt mit dem untern Theile des Keſſels durch eine Röhre C verbunden; aber am obern Ende ſteht er durch die Röhre D mit dem obern Theile des Keſſels in Verbindung. Wird daher Waſſer in den Keſſel gelaſſen, ſo fließt es durch die Röhre C in den, den Heerd umgebenden Raum, und ſteigt darin zu derſelben Höhe die es im Keſſel hat. Arbeitet die Maſchine, ſo bleibt der Keſſel ungefähr halb mit Waſſer gefüllt, und daher iſt der Raum um den Heerd ganz angefüllt. Der Dampf, der in dem Waſſer erzeugt wird, weicht durch die Röhre D in den obern Theil des Keſſels. Fig. 117 iſt ein Längendurchſchnitt der Figur, nach rechten Winkeln genommen. Durch den untern Theil des Heerdes gehen mehrere kupferne Röhren von geringem Umfange, die an einem Ende mit dem Feuerkaſten, an dem andern mit dem Rauchfange in Verbindung ſtehen, und der heißen Luft von dem Heerde einen Ausgang nach dem Rauchfange verſchaffen. Die brennenden Steinkohlen auf dem Roſte verbreiten ihre Wärme durch Ausſtrahlung, und

Digitized by Google

wirken auf dieſe Weiſe auf die ganze Oberfläche des den Feuerkaſten umgebenden Gehäuſes, wodurch die Temperatur der dünnen, in dem Gehäuſe enthaltenen Waſſerſchicht erhöht wird. Das erhitzte Waſſer ſteigt und geht in den Keſſel über, ſo daß ein beſtändiger Umlauf von erhitztem Waſſer unterhalten wird, und das Waſſer im Keſſel beinahe in derſelben Temperatur bleiben muß, wie das Waſſer im Gehäuſe. Die durch die brennenden Kohlen ſtrömende und den Feuerkaſten füllende Luft, wird mittelſt des Zuges durch die kupfernen Röhren geführt, welche ſich im untern Theile des Keſſels befinden, und da dieſe Röhren von allen Seiten vom Keſſelwaſſer umgeben ſind, ſo theilt dieſe Luft ihre Wärme durch die Röhren dem Waſſer mit. Sie geht endlich in den Rauchfang über, und wird durch den Luftzug ausgeführt. Die Wirkungskraft des Feuerheerdes iſt nothwendig durch die Kraft des Zuges im Rauchfange bedingt, und um dieſe zu vermehren und zu gleicher Zeit den überflüſſigen Dampf abzuführen, nachdem er den Kolben getrieben hat, wird derſelbe durch die Röhre L hinausgelaſſen, welche aus dem Cylinder in den Rauchfang geht und durch eine aufwärts gerichtete Mündung entweicht. Dieß ſchnelle Entſtrömen und die Leichtigkeit des Dampfes verurſachen einen ſehr ſtarken Luftzug im Rauchfange, wodurch der Zug auf dem Heerde verſtärkt wird. In Fig. 117 ſehen wir die Roſtſtäbe im untern Theile des Feuerkaſtens bei F. Die Maſchine hat zwei Cylinder, von welchen jeder ein Rad bewegt. Man ſieht in Fig. 117 nur einen, weil die Maſchine den andern verbirgt. Die Speichen, welche von dieſen Cylindern getrieben werden, ſtehen in rechten Winkeln an den Rädern. Die Räder befinden ſich an einer gemeinſchaftlichen Achſe, mit welcher ſie ſich umdrehen.

Die Waſſeroberfläche, welche den Feuerkaſten umgiebt und der Wirkung der ſtrahlenden Wärme ausgeſetzt iſt, hat in dieſer Maſchine 20 Quadratfuß, die von der Oberfläche von 6 Quadratfuß, brennender Steinkohlen auf dem Roſt Wärme erhält. Die der Wirkung der warmen Luft ausge-

ſetzte Oberfläche beträgt 118 Quadratfuß. Die Maſchine zog einen andern Wagen nach ſich, der Waſſer und Koaks führte.

Hackworths Sanspareil iſt Fig. 118 und in einem horizontalen Durchſchnitte Fig. 119. dargeſtellt. Der Zug des Feuerheerdes wird auf dieſelbe Weiſe, wie beim Rocket bewirkt, indem der überflüſſige Dampf auf dem Cylinder durch den Rauchfang ausgetrieben wird. Der Keſſel aber hat eine eigenthümliche Einrichtung. Eine gekrümmte Röhre geht durch den Keſſel, ungefähr wie bei der weiter vorn erwähnten ältern Maſchine von Trevithik und Vivian. In der Horizontalſektion Fig. 119 iſt D die Oeffnung des Heerds am Ende des Keſſels, bei dem Rauchfange. Die Roſtſtäbe ſieht man bei A. Eine gekrümmte Röhre, die durch den Keſſel geht, und in dem Rauchfange endigt, iſt mit B bezeichnet. Die Richtung des Zuges zeigt ein Pfeil an. C iſt ein Durchſchnitt des Rauchfanges. Die Cylinder ſtehen wie im Rocket auf beiden Seiten des Keſſels. Jeder bewegt ein einzelnes Rad, indem er auf die im rechten Winkel gegen einander ſtehende Speichen wirkt. Die Röhre, in welcher ſich der Roſt und der Feuerkanal befinden, nimmt im Durchmeſſer ab, indem ſie ſich dem Rauchfange nähert. An der Mündung, wo der Roſt liegt, beträgt der Durchmeſſer 2 Fuß, und wird nach und nach kleiner, bis er am Rauchfange nur 15 Zoll beträgt. Die Roſtſtäbe gehen 5 Fuß weit in die Röhre. Die der ſtrahlenden Wärme des Feuers ausgeſetzte Oberfläche des Waſſers, beträgt 16 Quadratfuß, und die der Wirkung der erwärmten Luft und die der Flammen ausgeſetzte gegen 75 Quadratfuß. Die Schicht des brennenden Feuers, welche Hitze ausſtrahlt, beträgt 10 Quadratfuß.

Der Novelti iſt Fig. 120 dargeſtellt. Einen Durchſchnitt des Dampferzeugers und des Keſſels zeigt Fig. 121. Die entſprechenden Theile ſind in beiden mit gleichen Buchſtaben bezeichnet. A iſt der Rezipient oder Dampferzeuger, der den für die Wirkung der Maſchinen erforderlichen Dampf enthält. Er ſteht mit B, dem untern Dampferzeuger in

Verbindung welcher in horizontaler Richtung nach der ganzen Länge der Maſchine läuft. In A befindet ſich der Heerd F, mit der Röhre C verbunden, die in dem Dampferzeuger hinaufgeht, nnd am Ende Schieber hat, welche die Luft ausſchließen, und nur geöffnet werden, um auf den Roſt F Steinkohlen zu bringen. Unter dem Roſte iſt der Heerd nicht offen, wie gewöhnlich, ſondern durch die Röhre E mit einem Blaſebalg D verbunden, der durch die Maſchine in Thätigkeit geſetzt wird, und durch die Röhre E einen beſtändigen Luftſtrom auf F gehen läßt, um das Feuer in einer lebhaften Flamme zu erhalten. Die auf dem Heerde enthaltene heiße Luft wird durch die kleine gekrümmte Röhre e (Fig. 121) ausgetrieben, welche ſich wurmförmig durch den horizontalen Dampferzeuger zieht, und, nach und nach immer mehr verkleinert, endlich in den Rauchfang G geht. Bei dem Durchgange durch dieſe Röhre theilt die Luft ihre Hitze dem die Röhre umgebenden Waſſer mit, und hat eine bedeutend verminderte Temperatur, wenn ſie in den Rauchfang entweicht. Der Cylinder K bewegt mittelſt einer Kurbel ein Räderpaar, und wenn es nothwendig iſt, wird das andere Paar damit verbunden. Die Oberfläche der brennenden Kohlen hat in dieſer Maſchine weniger als 2 Quadratfuß. Die der ſtrahlenden Wärme ausgeſetzte Oberfläche hat $9^1/_2$ Quadratfuß, und die Oberfläche des der heißen Luft ausgeſetzten Waſſers gegen 33 Quadratfuß.

Die Vorzüge des Rocket liegen hauptſächlich darin, daß eine größere Oberfläche des Waſſers der Wirkung des Feuers ausgeſetzt iſt. Bei einer geringeren Ausdehnung des Feuerheerdes als der Sanspareil hat, in dem Verhältniß von 3 zu 5, ſetzt er eine größere Waſſeroberfläche der ſtrahlenden Wärme aus, und zwar in dem Verhältniß von 4 zu 3 und eine größere Oberfläche des Waſſers der erhitzten Luft, in dem Verhältniſſe von mehr als 3 zu 2. Man fand, daß der Rocket, in Vergleichung mit dem Sanspareil, bei der Verdampfung einer gegebenen Waſſermenge in dem Verhältniſſe von 11 zu 28 Brennſtoff verzehrte. Den Vorſchlag, die

heiße Luft mittels Röhren durch das Waſſer in den Rauchfang zu leiten, machte Booth [1]), der Kaſſirer der Aktien-Geſellſchaft, welche die Eiſenbahn von Liverpool nach Mancheſter angelegt hat, und nichts hat mehr zu der Wirkſamkeit der ſeitdem gebrauchten Maſchine beigetragen, als dieſe Verbeſſerung.

Der große Zweck den die Keſſel in dieſen Maſchinen erreichen ſollen, beſteht darin, eine geringe Waſſermenge mittelſt einer geringen Menge von Brennſtoff, der zu einer lebhaften Flamme angefacht wird, in einer ſehr hohen Temperatur zu erhalten. Dieß kann nur bewirkt werden, wenn man erſtens Keſſel, Feuerheerd und Feuerkanäle ſo einrichtet, daß das Waſſer in einer beſtändigen Berührung mit einer größtmöglichen Oberfläche ſey, von welcher jeder Theil entweder unmittelbar der ſtrahlenden Wärme des Feuers, oder mittelbar der Luft ausgeſetzt iſt, die durch das Feuer gegangen iſt und endlich in den Rauchfang entweicht; und wenn zweitens ein ſo ſtarker Zug auf dem Heerde erhalten wird, daß durch Verbrennung eine Wärmemenge aus den Steinkohlen gezogen wird, welche hinlänglich iſt, das Waſſer in der erforderlichen Temperatur zu erhalten und den Dampf mit hinreichender Geſchwindigkeit zu erzeugen. Zur Erreichung dieſer Zwecke muß der Kaſten, welcher den Heerd enthält, ganz von Waſſer umgeben, und unter der Höhe des Waſſerſtandes in dem Keſſel ſeyn. Die der ſtrahlenden Wärme ausgeſetzte Oberfläche ſollte ſo groß ſeyn, als es mit der Größe der ganzen Maſchine vereinbar iſt. Die Vorzüge, die der Rocket in dieſen Hinſichten vor anderen Maſchinen beſaß, treten bei näherer Betrachtung hervor. Dann iſt es nothwendig, daß die Wärme, welche von der durch die brennenden Kohlen ziehenden Luft aufgenommen wird, dem Waſſer mitgetheilt werde, ehe ſie in den Rauchfang entweicht. Da die Luft ein ſchlechter Wärme-

---

[1]) Er erhielt nur einen Theil des dem Rocket zuerkannten Preiſes, hat aber ſonſt keinen Antheil an dem Gewinn der Dampfmaſchinenfabrik gehabt.

Digitized by Google

leiter iſt, ſo muß, um dieß zu bewirken, die Luft in den Zügen des Heerdes in einer größtmöglichen Oberfläche der Berührung mit dem Waſſer ausgeſetzt werden. Keine Vorrichtung kann zu dieſem Zwecke unpaſſender ſeyn, als eine oder zwei durch den Keſſel laufende große Röhren, wie in den älteſten Dampfwagen. Die durch den Mittelpunkt dieſer Röhren ziehende Luft war nicht in Berührung mit ihrer Oberfläche und kam folglich faſt in derſelben Temperatur, die ſie bei dem Ausgange aus dem Feuer gehabt hatte, in den Rauchfang. Nur derjenige Theil der Luft, der zunächſt an der Oberfläche der Röhre hinſtreifte, theilte dem Waſſer ſeine Wärme mit [1]).

---

[1]) Ueber die Einrichtung der erwähnten Röhre, welche den Dampf in den Rauchfang treibt, geben wir hier eine nähere Erklärung. Dieſe aufwärts gerichtete Röhre hat eine ſehr kleine Mündung, die ſich in der Mitte des Rauchfanges öffnet. Der Dampf, der bei jedem Ausſtrömen die Luftſäule hinauftreibt, die den Rauchfang füllte, läßt einen luftleeren Raum hinter ſich, den unmittelbar die äußere Luft füllt, die nun durch den Heerd ſtrömt. So wird nach Dampfausſtrömung das Feuer lebhaft angefacht. Dieſer künſtliche Luftſtrom iſt ſo nothwendig, daß, wenn die Blaſeröhre beſchädigt iſt oder ein Leck hat, die Maſchine faſt unwirkſam wird, weil der gewöhnliche Zug des Rauchfangs nicht ſtark genug iſt.

Je enger die Mündung der Röhre iſt, deſto ſtärker iſt der Luftzug und deſto mehr wird das Feuer angefacht. Es wird daher in derſelben Zeit mehr Dampf erzeugt, oder die Kraft der Maſchine vermehrt. Dieß iſt bei der Beſtimmung der Wirkungskraft der Maſchine ein wichtiger Punkt, denn wenn der Durchmeſſer der Blaſeröhre gefunden wird, ſo ändert ſich auch die wärmeſtrahlende Kraft des Keſſels. In den Maſchinen auf der Bahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter iſt der Durchmeſſer dieſer Röhre 2¼ bis 2½ Zoll. Man verkleinerte die Mündung nach und nach ſo ſehr als es möglich war, ohne den Durchgang des Dampfes zu hindern, bis man endlich fand, daß ſich durch weitere Verminderung des Durchmeſſers nicht mehr Kraft erlangen ließ.

Bei einem Durchmeſſer der Mündung von 2½ Zoll oder 5 Quadratzoll Fläche und bei Cylindern von 11 Zoll Durchmeſſer,

Digitized by Google

Es giebt verſchiedene Mittel, die Oberfläche des Waſſers auszudehnen, die mit einer gegebenen, daſſelbe durchziehenden Luftmenge in Berührung ſteht. Dieß würde geſchehen, wenn man die Luft zwiſchen neben einander geſtellten Platten durchziehen ließe, ſo daß der Luftſtrom in dünne Schichten getheilt würde und Waſſerſchichten zwiſchen ſich hätte, oder man könnte die Luft zwiſchen Röhren durchziehen laſſen, die einen geringen Unterſchied der Durchmeſſer hätten, indem das Waſſer durch eine innere Röhre ginge und zugleich mit der äußeren Oberfläche der äußern Röhre in Berührung wäre. Eine ſolche Vorrichtung würde, dem Princip nach Watt's Jacke oder Mantel ähnlich ſeyn, oder dem Condenſator in Cartwright's bereits beſchriebener Maſchine. Bei der Leichtigkeit, kleine Röhren zu verfertigen und ſie in dem Keſſel anzubringen, würde dieſe Vorrichtung wohl die ausführbarſte ſeyn, wiewohl die Geſtalt einer Röhre, geometriſch betrachtet, nichts weniger als günſtig iſt, eine in derſelben enthaltene Flüſſigkeit ihrer Oberfläche auszuſetzen. Die Luft,

---

oder 190 Quadratzoll Fläche, d. h. bei einer Mündung, die nur $1/38$ der Fläche der Cylinder beträgt, muß, wenn der geſammte Dampf auf dieſem Wege entweichen ſoll, ſeine Geſchwindigkeit in der Röhre 38 Mal ſo groß ſeyn, als im Cylinder. Die Geſchwindigkeit der Ausſtrömung im Rauchfange wird daher bei den Dimenſionen, die wir annehmen, 38 Mal ſo groß als die Geſchwindigkeit des Kolbens ſeyn, oder $6\frac{1}{2}$ Mal ſo groß als die Geſchwindigkeit der Maſchine, da dieſe ohngefähr ſechsmal ſo groß als die Geſchwindigkeit des Kolbens iſt.

Fährt der Dampfwagen 30 engl. Meilen in einer Stunde, ſo wird die Geſchwindigkeit der Ausſtrömung der Blaſeröhre 195 Meilen in einer Stunde gleich ſeyn, oder 286 Fuß in einer Sekunde, und da dieſe Geſchwindigkeit nicht blos durch das Streben des Dampfes, in die Atmoſphäre zu entweichen, hervorgebracht werden kann, ſo muß bei dieſer großen Geſchwindigkeit ein Theil der Kraft der Maſchine ſelbſt verwendet werden, um den Dampf auszutreiben, d. h. um das Feuer auf dem Heerde anzufachen. Da nun die Vermehrung der Wirkung durch ein Opfer der Kraft hervorgebracht wird, ſo muß ein Punkt kommen, wo der Vortheil durch den Aufwand aufgewogen wird, der nöthig iſt, ihn zu erlangen, und wo aller Gewinn aufhört.

Digitized by Google

die aus dem Feuerbehältniſſe ſtrömmt, und bei dem Durchgange durch den Keſſel in einer großen Anzahl kleiner Röhren ſich vertheilt, kann ihren Ueberfluß an Wärme dem Waſſer mittheilen, ehe ſie in den Rauchfang geht. Dieß iſt alles, was der ſchärfſte Erfindungsgeiſt bewirken kann. Der Rocket hatte 25 Röhren, jede von 3 Zoll Durchmeſſer, und das Princip iſt ſeitdem in einem noch weiteren Umfange angewendet worden.

Wenn der Luft, ehe ſie den Rauchfang erreicht, ein großer Theil ihrer Wärme entzogen wird, ſo kann dieß eine Folge haben, die auf den erſten Blick mit der größten praktiſchen Schwierigkeit verbunden zu ſeyn ſcheint; der Rauchfang würde ſeinen Zug verlieren. Dieſer Schwierigkeit aber ward abgeholfen, indem man den überflüſſigen, aus dem Cylinder entweichendem Dampf benutzte, einen Zug in dem Rauchfange hervorzubringen. Dieſer Dampf wurde durch aufwärts gerichtete Röhren mit ſolcher Gewalt getrieben, daß ein hinlänglicher Luftzug zum Anfachen des Heerdfeuers entſtand.

Man wird bemerken, daß der Luftzug in dem Dampfwagen Novelty nach einem ganz verſchiedenen Princip hervorgebracht wird, nämlich durch ein von der Maſchine bewegtes Gebläſe. Es fragt ſich in Beziehung auf dieſe beiden verſchiedenen Vorrichtungen, ob mehr Kraft verloren gehe, wenn man den Dampf durch eine Röhre treiben läßt, wie bei dem Rocket, oder wenn man ein Gebläſe anwendet. Die Kraft welche erforderlich iſt, den Dampf durch die Röhre zu treiben, muß durch die Kolbenbewegung gegeben werden, und ſie muß daher die zum Treiben der Maſchine nöthige Kraft um eben ſo viel vermindern. — Auf der andern Seite aber muß die zur Bewegung des Blaſebalgs im Novelty erforderliche Kraft von der für die Maſchine nöthigen gleichfalls abgezogen werden. Es hat ſich ergeben, daß die erſte Vorrichtung die wirkſamſte und ſparſamſte iſt.

Man wird begreifen, wie wichtig dieſe Einzelheiten ſind, wenn man bedenkt, daß die Geſchwindigkeit, mit welcher ein Dampfwagen ſich bewegen kann, keine andere Grenze hat,

als die Fähigkeit, in einer gegebenen Zeit, eine beſtimmte Dampfmenge zu erzeugen. Jeder Kolbenhub bewirkt eine Umdrehung der Räder und verbraucht 2 Cylinder voll Dampf, folglich entſpricht ein Cylinder voll Dampf einer beſtimmten Länge der befahrenen Straße. Die Aufgabe, eine Maſchine zu bauen, die einer ſchnellen Bewegung fähig iſt, wird daher gelöst ſeyn, wenn ein ſchneller und reichlicher Zufluß von Wärme hervorgebracht und dieſe Wärme dem Waſſer ſchnell und wirkſam mitgetheilt werden kann.

Die Vorrichtung, den Heerdkanal in Röhren abzutheilen, wurde von Stephenſon nach der Erbauung des Rocket noch viel weiter ausgedehnt, und der Grundſatz lag in der That ſo ſehr auf der Hand, daß man nicht einſieht, warum nicht gleich anfänglich Röhren von geringerem Durchmeſſer als drei Zoll gebraucht wurden. In den ſeitdem gebauten Maſchinen iſt die Zahl der Röhren verſchieden von 90 bis 120 und der Durchmeſſer auf 2 Zoll und weniger herabgeſetzt, und man hat in einigen Fällen ſogar 150 Röhren, jede von 1½ Zoll im Durchmeſſer angewendet. In dem Dampfwagen Meteor ſind 20 Quadratfuß der Wärmeſtrahlung ausgeſetzt und 139 Fuß der Berührung der heißen Luft, in dem Arrow (Pfeil) 20 Quadratfuß der Wärmeſtrahlung und 145 der Berührung der heißen Luft. Die auf dieſe Weiſe erlangte Erſparung an Brennſtoff zeigt folgende Zuſammenſtellung, welche angiebt, wie viel Koaks erforderlich waren, um auf jeder der genannten vier Maſchinen eine Tonne Laſt eine engliſche Meile weit fortzuſchaffen, ſo wie das Verhältniß der Geſchwindigkeit.

Maſchinen.	Geſchwindigkeit in Meilen auf die Stunde.	Kohlenverbrauch in Pfunden für die Tonne auf eine Meile.
Rocket	14	2,41
Sanspareil	15	2,47
Phönix	12	1,42
Arrow	12	1,25

Digitized by Google

Seit der Eröffnung der Eiſenbahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter ſind die Dampfwagen immer mehr verbeſſert worden. Kaum verging ein Monat, ohne daß eine Veränderung in Einzelnheiten angegeben ward, um Brennſtoff zu erſparen, die Dampferzeugung zu beſchleunigen, die Abnutzung der Maſchine zu vermindern, die Stärke der verſchiedenen Theile zu vermehren. Dieß hat die Folge gehabt, daß die von uns genannten Maſchinen und andere ähnlicher Art, ohne daß ſie unbrauchbar oder abgenutzt geweſen wären, beſeitigt worden ſind, um wirkſameren Platz zu machen. Der Umſtand, daß in dem Rocket und ähnlichen Maſchinen die Cylinder der Atmoſphäre ausgeſetzt waren, verurſachte eine bedeutende Wärmeverſchwendung, und es wurde daher beſchloſſen, ſie von der Außenſeite des Keſſels zu entfernen und ſie in ein Gehäuſe unmittelbar unter dem Rauchfange zu ſtellen. Dieſes Behältniß wurde durch die Nähe des Keſſels und noch mehr durch die heiße Luft, die ſtets aus den Röhren einſtrömte, erwärmt. Dieſe Veränderung machte eine andere nothwendig, welche die Wirkſamkeit der Maſchine verbeſſerte. Bei den älteren Maſchinen wurde die Bewegung des Kolbens dem Rade durch eine Verbindungsſtange mitgetheilt, welche an eine der Speichen auf der äußeren Seite des Rades befeſtigt war, wie Fig. 116 zeigt. Da nun bei der oben erwähnten Veränderung die Cylinder ihren Platz zwiſchen den Rädern unter dem Rauchfange erhielten, ſo war jene Bewegungsart nicht mehr anwendbar, und man hielt es für beſſer, die Kolbenſtangen mit 2 Kurbeln zu verbinden, die in rechten Winkeln auf die Achſen der großen Räder geſtellt waren. Es ergab ſich, daß die Bewegung der Maſchine dadurch gleichförmiger ward, und weniger Spannung ſtatt fand, als bei der früheren Vorrichtung. Dagegen wurde durch die Anwendung einer Kurbelachſe ein bedeutender Nachtheil herbeigeführt, da die aus einer ſolchen Form der Achſe nothwendig entſtehende Schwäche dieſer Theile nur durch große Dicke und Schwere des Metalles ausgeglichen werden konnte, und ſelbſt dieſe Vorſichtsmaaßregel verhütet

Digitized by Google

nicht immer das Zerbrechen ſolcher Achſen in den Winkeln, welche die Kurbel bilden. Man hält deſſen ungeachtet die Vortheile dieſer Vorrichtung im Ganzen für überwiegend.

Die beſten jetzt gebräuchlichen Maſchinen haben zwei Sicherheits-Ventile, von welchen nur eins der Verfügung des Aufſehers überlaſſen iſt. Die Hitze wird, da die Röhren kleiner und zahlreicher als in den älteren Maſchinen ſind, der Luft vollkommen entzogen, ehe ſie in den Rauchfang tritt. Bei dem geringeren Umfange der Röhren iſt ein ſtarker Luftzug noch nothwendiger als früher, und wird dadurch bewirkt, daß der Dampf, der die Kolben bewegt hat, durch eine verengte Röhren-Mündung in den Rauchfang getrieben wird. Dieſe Vorrichtung läßt ſich in der Art regeln, daß man den Luftzug nach Belieben verſtärken kann.

Einer der beſten jetzt gebräuchlichen Dampfwagen iſt in Fig. 122 dargeſtellt. A iſt der cylindriſche Keſſel, durch deſſen untere Hälfte Röhren laufen, wie bei dem Rocket. Es ſind deren gewöhnlich 80 bis 100, von ungefähr 1½ im Durchmeſſer. Der Keſſel iſt gegen 7 Fuß lang. Das Feuerbehältniß befindet ſich am Ende deſſelben, bei F wie bei dem Rocket, und iſt auf ähnliche Weiſe eingerichtet. Die Cylinder ſind in einem Behältniſſe am andern Ende, unmittelbar unter dem Rauchfange. Die Kolbenſtangen werden durch Lenker in ihrer horizontalen Lage unterſtützt und es gehen von ihnen Verbindungsſtangen unter dem Wagen zu den beiden Kurbeln, die auf die Achſe der großen Räder geſtellt ſind. Die Wirkungen irgend einer Ungleichheit auf der Bahn werden durch die Federn aufgehoben, auf welchen die Maſchine ruht, da dieſe Federn unter der Achſe der großen Räder und über der Achſe der kleinen ſind. Der Dampf wird den Cylindern mittelſt der gewöhnlichen Schieb-Ventile zugeführt und entzogen, die von einem auf die Achſe der großen Wagenräder geſtellten excentriſchen Rade geſteuert werden. Die Bewegung wird von dieſem excentriſchen Rade dem Ventile durch Schiebſtangen mitgetheilt. Am Ende der Maſchine in der Nähe des Feuerheerdes F hat der Maſchinenwärter ſeinen

Digitized by Google

Platz. Zwei Hebel C ragen am Ende hervor. Sie ſind mit den Ventilen durch Stangen verbunden um die Maſchine leiten und ihre Bewegung regeln zu können. Die Räder dieſer Maſchinen ſind gewöhnlich von Holz und mit Eiſen beſchlagen; in der neueſten Zeit aber hat Stephenſon in einigen Fällen eiſerne Räder mit hohlen Speichen gewählt. Die Maſchine zieht einen Wagen nach ſich, der Waſſer und Kohlen führt. Bei einer leichten Ladung macht ſie die Reiſe zwiſchen Liverpol und Mancheſter, ohne friſches Waſſer einzunehmen. Bei ſchweren Ladungen wird gewöhnlich auf der Mitte der Bahnlinie Waſſer eingenommen.

Ueberblicken wir alles, was wir bis jetzt geſagt haben, ſo ergiebt ſich, daß die Wirkſamkeit von Dampfwagen auf Eiſenbahnen hauptſächlich von drei Umſtänden abhängt, 1. von der unbeſchränkten Wirkungskraft des Zuges auf dem Feuerplatze, der durch das Forttreiben des überflüſſigen Dampfes in den Rauchfang hervorgebracht wird; 2. von der unbeſchränkten Thätigkeit der Vorrichtung, mittelſt welcher der vom Heerde entweichenden Luft ihre Wärme durch die von Both angegebenen, durch den Keſſel laufenden Röhren entzogen wird: 3. von der Vorrichtung, die Cylinder durch Aufſtellung unter dem Rauchfange warm zu halten [1]). Dies ſind, minder bedeutende Einzelnheiten abgerechnet, die wichtigſten Verbeſſerungen, welche kein Maſchinenbauer aus den Augen ſetzen ſollte.

Die nach und nach erfolgte Einführung dieſer Verbeſſerungen der Dampfwagen hat eine verhältnißmäßige Erhöhung ihrer Leiſtungskraft, und eine größere Erſparung an Brennſtoff zur Folge gehabt. Sie ſind jetzt auf einen Punkt gekommen, der die erſten Erwartungen der hoffnungsluſti-

---

[1]) Robert Stephenſon, ein geſchickter und erfahrner Dampfwagenbauer, legt großes Gewicht auf dieſe Bedingung. Andere haben ſie in der neueſten Zeit aufgegeben, um die damit nothwendig verbundene Kurbel-Achſe entbehren zu können.

Digitized by Google

gen Unternehmer eben ſo ſehr überſteigt, als er hinter der Vollkommenheit, welche dieſe wundervollen Maſchinen noch erreichen können, gewiß zurückbleibt.

Beobachtungen, die im Frühling 1832 auf der Bahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter gemacht wurden, lieferten Ergebniſſe, welche ungeachtet der ſeitdem eingeführten Verbeſſerungen der Maſchinen, im Weſentlichen noch dieſelben ſind. Der Dampfwagen Victory, 8 Tonnen und 2 Centner ſchwer, zog 20 Güterwagen mit 92 Tonnen 19 Centner Ladung auf dem Wege von Liverpool nach Mancheſter in einer Stunde 34 Minuten 45 Sekunden. Auf einer geneigten Ebene von 1 in 96 Fuß Steigung, die ſich $1\frac{1}{2}$ Meilen weit erſtreckt, wurde der Dampfwagen von einem andern, dem Samſon, unterſtützt, und die Fahrt aufwärts ward in 9 Minuten vollendet. Es wurden auf der ganzen Fahrt, 920 Pfund Steinkohlen verbraucht, was ein Verhältniß von $\frac{1}{3}$ Pfund für jede Tonne auf die engliſche Meile gab. Auf ebener Bahn wurden 18 Meilen in 1 Stunde zurückgelegt, bei 4 Fuß Fall auf eine Meile $21\frac{1}{2}$ Meilen in einer Stunde, bei der Steigung der Bahn von 8 Fuß auf einer Meile $17\frac{5}{8}$ Meilen in einer Stunde. Der Dampfwagen Samſon, 10 Tonnen 2 Centner ſchwer, mit 50 Pfund Dampfdruck und 150 Röhren im Feuerplatze, zog 50 mit Kaufmannsgütern von 150 Tonnen Nettogewicht beladene Wagen, einſchließlich der Wagen und Vorräthe, überhaupt ein Gewicht von 223 Tonnen 6 Centner. Dieſe Reiſe ward in zwei Stunden und 40 Minuten, den Aufenthalt unterwegs mitgerechnet, zurückgelegt, auf ebener Bahn 12 engl. Meilen in einer Stunde, bei einem Fall von 6 Fuß auf eine Meile 16 Meilen in einer Stunde, bei 8 Fuß Steigung auf 1 Meile 9 Meilen in einer Stunde. Es wurden 1762 Pfund Kohlen verbraucht, oder $\frac{1}{4}$ Pfund für die Tonne auf die Meile.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen geht hervor, daß ein Dampfwagen, der in gutem Stande iſt und ſeine volle Ladung hat, mit einem Aufwande an Feuerungsmitteln, der etwa 8 Loth Koaks für die Tonne auf eine Meile beträgt, La-

ſten fortſchaffen kann. Zur Beſorgung der Maſchine ſind blos ein Maſchinenwärter und ein Heitzburſche nöthig. Es iſt jedoch zu bemerken, daß in der Praxis die Maſchinen ſelten ihre volle Ladung erhalten, und werden geringere Ladungen fortgeſchafft, ſo müſſen aus nahe liegenden Gründen die verhältnißmäßigen Koſten größer ſeyn. Der wirkliche Aufwand an Feuerungsmitteln auf der Bahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter kann auf ungefähr $^1/_2$ Pfund Kohlen für die Tonne auf jede engliſche Meile angeſchlagen werden.

Wir haben die Leiſtungskraft dieſer Maſchinen entwickelt, und müſſen nun auch einige der Mängel angeben, an welchen ſie leiden. Die großen Anlagekoſten und der bedeutende Aufwand für die Ausbeſſerung der Maſchinen haben die Hülfsmittel der Unternehmer ſehr angegriffen. Einer der beſten neueren Dampfwagen koſtete gegen 800 Pfund Sterling. Es läßt ſich hoffen, daß durch den aufgeregten Wetteifer, durch die aus vielfacher Uebung hervorgehende Leichtigkeit künftig eine Herabſetzung der Koſten bewirkt werden könnte. Weit bedeutender aber als das Anlage-Kapital iſt der Aufwand, der die Abnutzung der Maſchinen veranlaßt, und das Zerbrechen derjenigen Theile, die der größten Spannung ausgeſetzt ſind, hat Ausgaben veranlaßt, welche die Berechnungen der Unternehmer weit überſchritten haben. Dieſer Aufwand muß zwar zum Theil dem Umſtande zugeſchrieben werden, daß die Maſchinen in den Verhältniſſen und der Anordnung ihrer Theile noch nicht den Grad von Vollkommenheit erreicht haben, deſſen ſie fähig ſind und der Erfahrung allein erreich.n kann, aber es giebt doch einige Mängel die in die Augen fallen. Die Enden der Keſſel ſind flach, und von Eiſen, wie der ganze Keſſel ſelbſt. Die durch den Keſſel laufenden Röhren waren bis auf die neueſte Zeit von Kupfer, und waſſerdicht in die Enden des Keſſels eingelaſſen. Iſt der Keſſel geheizt, ſo werden die Röhren in einem höhern Grade ausgedehnt, als die übrigen Theile des Keſſels, und daher häufig locker an den Enden, wodurch ſie leck werden, oder ſich krümmen. Die Nothwendigkeit, die Röhren

Digitized by Google

herauszunehmen und wieder zu befeſtigen, verurſacht ſtete Ausgaben. Man wird ſich erinnern, daß ſich der Feuerheerd an dem einen Ende des Keſſels unmittelbar unter der Oeffnung befindet. Der ſtarke durch das Feuer gehende Luftzug führt Kohlenaſche hinweg und treibt ſie heftig in die Röhren, beſonders die unteren, die daher ſehr bald verderben, da die Kohlenaſche ihre innere Oberfläche angreift. Nach kurzer Zeit müſſen einzelne Röhren durch neue erſetzt werden. und wird dieß verſäumt, ſo zerſpringen ſie nicht ſelten. Nach einer gewiſſen Zeit müſſen die Maſchinen ganz neue Röhren erhalten, was einen Aufwand von beinahe 70 Pfd. St. macht, den Verkaufswerth der alten eingerechnet. Dieſe Abnutzung der Röhren möchte ſich vermeiden laſſen, wenn der Heerd niedriger und weiter entfernt von ihren Oeffnungen angelegt würde, oder noch beſſer, wenn man ein Metallbehältniß, daß ſich mit Waſſer anfüllen ließe, zwiſchen dem Heerd und den der Kohlenaſche am meiſten ausgeſetzten Röhren anbrächte. Die ungleiche Ausdehnung der Röhren und des Keſſels unter dem Einfluſſe der Hitze möchte ein unheilbarer Mangel ſeyn, wenn man die jetzige Form der Maſchine beibehalten will. Könnte man den Heerd und den Rauchfang an demſelben Ende des Keſſels anbringen, ſo daß die Röhren eine gekrümmte Geſtalt erhielten, ſo würde die ungleiche Ausdehnung keine nachtheilige Wirkung haben, aber die Reinigung der Röhren ſchwierig ſeyn, wenn ſie wie jetzt der Kohlenaſche ausgeſetzt wären. Eine andere Urſache des Aufwands iſt die Abnutzung des Keſſel-Endes, das der Wirkung des Feuers ausgeſetzt iſt und daher ſtets ausgeflickt, oft erneuert werden muß.

Eine bedeutende Verbeſſerung iſt in der neueſten Zeit eingeführt worden, indem man ſtatt der kupfernen Röhren meſſingene genommen hat. Was auch die Urſache ſeyn möge, ſo viel hat die Erfahrung gezeigt, daß meſſingene Röhren bei weitem nicht ſo ſchnell ſich abnutzen als kupferne.

Es iſt von einigen Gegnern der Eiſenbahnen, noch mehr aber von Gegnern der jetzt gebräuchlichen Dampfwagen be-

Digitized by Google

hauptet worden, daß einer der auf der Liverpool-Mancheſter-Eiſenbahn gebrauchten Wagen jährlich 1500 Pfd. St. koſte, und daß die Unternehmer die Abſicht hegten, die Dampfwagen ganz aufzugeben und ſtehende Dampfmaſchinen oder Pferdekraft zu gebrauchen. Was die erſte dieſer Behauptung betrifft, ſo muß bemerkt werden, daß die Koſten der Ausbeſſerung ſolcher Maſchinen nie in Beziehung auf Zeit, ſondern vielmehr auf Leiſtungen oder auf Entfernungen die ſie durchreist haben, berechnet werden ſollten. Dr. Lardner hat ſich überzeugt, daß Maſchinen oft eine Entfernung von 25,000 bis 30,000 engl. Meilen zurück legen, ehe eine Erneuerung der Röhren notwendig iſt. Während dieſer Leiſtungen mögen allerdings einzelne Röhren erſetzt werden müſſen, und andere Ausbeſſerungen nöthig ſeyn, deren Koſten aber gewiß unter dem erſten Anlage-Kapital ſtehen. Die andere Behauptung, daß die Aktiengeſellſchaft die Abſicht habe, ſtehende Maſchinen oder Pferde ſtatt der Dampfwagen einzuführen, iſt durchaus ungegründet. Welche Verbeſſerungen man auch bei den Dampfwagen anzubringen denken möge, die Direktoren haben gewiß nicht die mindeſte Abſicht, in den Fortſchritten der Verbeſſerungen auf die angegebene Weiſe rückwärts zu gehen.

Die Koſten der Dampfwagen haben den frühern Anſchlag ſo weit überſtiegen, daß man es zu Anfange des Jahres 1834 für angemeſſen hielt, eine Unterſuchung über die Urſachen des Unterſchiedes zwiſchen dem veranſchlagten und dem wirklichen Aufwande anzuſtellen, mit der Abſicht, praktiſche Mittel zur Verminderung der Koſten aufzufinden. Es ward ein beſonderer Ausſchuß ernannt, dem der Kaſſirer Booth zugeſellt ward, um jene Unterſuchung zu führen. Die Ergebniſſe wurden in einem gründlichen und befriedigenden Berichte dargelegt. Walker und Raſtrick hatten in ihrem frühern Gutachten, das die Anwendung von Dampfwagen empfahl, den Anſchlag gemacht, daß die Fracht für die Tonne 0,278 Penny oder etwa einen Farthing auf die Meile betragen werde. Fünf Jahre nach den von ihnen angeſtell-

Digitized by Google

ten Unterſuchungen aber ergab ſich, daß die wirklichen Koſten ſich auf 0,625 Penny, oder etwas über einen halben Penny (4 Pfennige) für die Tonne auf jede Meile beliefen, weit über das Doppelte des urſprünglichen Anſchlages. Booth war bemüht, die Urſachen dieſer Abweichungen zu entdecken, indem er die von Walker und Raſtrick bei ihrer Schätzung angenommenen Umſtände mit denjenigen verglich, unter welchen die Fortſchaffung der Waaren wirklich ſtattfand. Der erſte Unterſchied, den er bemerkte, betraf die Schnelligkeit der Fortſchaffung. Der Voranſchlag hatte eine Geſchwindigkeit von zehn engliſchen Meilen in einer Stunde angenommen, und es wurde behauptet, daß eine vierfache Geſchwindigkeit einen Zuſatz von 50 Prozent Kraft erfordern würde, ohne die Abnutzung der Maſchine in Rechnung zu bringen. Nun aber ergab ſich, daß die wirkliche Geſchwindigkeit doppelt ſo groß war, als die frühere Annahme zum Grunde gelegt hatte, und Booth hielt es für nöthig in dieſer Beziehung 25 Prozent mehr hinzuzufügen.

Der zweite Unterſchied betraf den Betrag der Ladungen. Der Voranſchlag hatte angenommen, daß jeder Dampfwagen mit ſeiner vollen Ladung abfahren und mit derſelben die ganze Entfernung zurücklegen werde. Die Erfahrung aber hatte gezeigt, daß ſtatt einer vollen Ladung von Mancheſter die Hälfte der Wagen leer nach Liverpool zurückkam, und ſtatt daß die Fracht auf dem ganzen Wege wäre fortgeſchafft worden, machten viele Tauſend Tonnen der Ladung nur die Hälfte des Weges. Auch war die tägliche Ladung nicht gleichförmig, ſondern ungemein ſchwankend. Es wurde ferner bemerkt, daß man, um Güter von den Seitenwegen und den zwiſchenliegenden Plätzen fortzuſchaffen, täglich mehrmals Dampfwagen von beiden Endpunkten der Bahn abſchickt, wobei man mehr den Zweck hat, einen künftigen wohlthätigen Verkehr zu begründen als augenblicklichen Gewinn zu machen. Booth ſchlug die aus dieſen Umſtänden hervorgehenden Nachtheile ſo hoch an, daß er dem urſprünglichen Voranſchlage 33 Prozent hinzufügte.

Ein anderer Unterſchied ging aus den Feuerungsmitteln hervor. In dem Voranſchlage hatte man Steinkohlen angenommen und den Preis zu $^{10}/_{12}$ Schilling für die Tonne berechnet. Später aber verbot eine Parlaments-Akte den Gebrauch der Steinkohlen, des Rauches wegen, und die Aktiengeſellſchaft mußte Koacks zu $17^{1}/_{2}$ Schilling die Tonne nehmen.

Wurden dieſe verſchiedenen Abweichungen in Rechnung gebracht und der Anſchlag verhältnißmäßig erhöht, ſo ergab ſich, daß die Fortſchaffungskoſten auf 0,601 Penny für die Tonne auf die engliſche Meile ſtiegen, was bis auf $^{1}/_{40}$ Penny dem jetzigen Koſtenbetrage gleich kommt. Dieſer Unterſchied wird auch hinlänglich gerechtfertigt durch die Abnutzung, welche die vermehrte Schnelligkeit herbeiführte, beſonders wenn man in Erwägung zieht, daß viele Maſchinen gebaut wurden, ehe man auf die erforderliche große Schnelligkeit rechnete. „Was iſt nun das Ergebniß dieſer entgegengeſetzten und ſich entgegen wirkenden Umſtände?" ſagt Booth in dem von ihm entworfenen Berichte des Ausſchuſſes. „Und was iſt die jetzige Lage der Geſellſchaft hinſichtlich der bewegenden Kraft?" Die Antwort iſt, daß ſie ſich noch immer auf dem Wege eines Verſuches befindet, um praktiſch die beſte Bauart und die dauerhafteſten Materialien für Dampfwagen auszumitteln, welche größere Ladungen fortſchaffen und eine größere Geſchwindigkeit erreichen ſollen, als man noch vor kurzer Zeit für möglich hielt und als vor wenigen Jahren der kühnſte Erfinder ſich einbilden konnte, und daß alle Verſuche nicht mit der ruhigen Ueberlegung und den gemeſſenen Schritten gemacht werden konnten, welche heilſame Vorſicht gebietet, wobei jeder neue Schritt auf dem Wege der Entdeckung ſich bewähren muß, ehe man andere wagt, ſondern mitten unter dem unruhigen Gedränge und bei aller Verantwortlichkeit eines zunehmenden Verkehrs. Die Direktoren wußten nicht, wie lange jede Maſchine dauern würde, bis ſie als unwirkſam bei Seite geſtellt werden mußte, ſondern ſie mußten Maſchinen haben, mochten ſie gut oder ſchlecht

ſeyn; ſie erkannten die Mängel und Unvollkommenheiten, welche ſich zu jener Zeit nicht beſeitigen ließen, aber ſie mußten die Maſchinen, trotz allen Nachtheilen koſtſpieliger Ausbeſſerungen in Bewegung halten. Noch immer iſt dieſer große Verſuch nicht abgeſchloſſen, aber die größten Schwierigkeiten ſind meiſt überwunden, und es läßt ſich mit Grund erwarten, daß die Koſten in dieſer Hinſicht ſich bald bedeutend vermindern werden, zumal wenn man erwägt, was die Maſchinen jetzt leiſten, in Vergleichung mit den Leiſtungen, die man vor zwei Jahren ſah."

In dem mit dem 31. December 1831 geſchloſſenen halben Jahre hatten 6 der beſten Dampfwagen (Planet, Merkur, Jupiter, Saturn, Venus, Aetna) 66,044 engl. Meilen (jede einzeln 8000 bis 12000) zurückgelegt. In dem mit dem 31. December 1833 geſchloſſenen halben Jahre aber hatten die beſten ſechs Maſchinen (Jupiter, Saturn, Sonne, Aetna, Ajax, Leuchtwurm) überhaupt 95,851 Meilen (jede einzeln 15,000 bis 17,000) zurückgelegt.

Die von Eiſenbahnen zu erlangenden Vortheile werden bedeutend vermindert durch die Schwierigkeiten, welche aus den Unebenheiten entſtehen, die man auf allen Straßen findet, die aber bei Dampfwagen aus beſondern Urſachen große Nachtheile herbeiführen. Will man das Weſen dieſer Schwierigkeiten ſich erklären, ſo muß man das Verhältniß beachten, das zwiſchen der Zugkraft auf einer Ebene und auf einer geneigten Fläche beſteht. Auf einer ebenen Bahn kann man die Zugkraft, welche erfordet wird, um eine Ladung fortzuſchaffen, die auf Wagen von jetzt gewöhnlicher Bauart ruht, vielleicht auf 7½ Pfund [1]) für jede Tonne anſchlagen, d. h. wenn ein Wagen auf einer ebenen Eiſen-

[1]) Man rechnet jetzt gewöhnlich 9 Pfund auf die Tonne, aber, wie Dr. Lardner nach den von ihm auf Eiſenbahnen angeſtellten Verſuchen annehmen zu dürfen glaubt, zu hoch, und er iſt der Meinung, daß ſelbſt 7½ Pfund als durchſchnittliche Zugkraft auf einer Ebene noch zu viel ſey.

Digitized by Google

bahn mit einer Tonne beladen wäre, ſo würde die Pferdekraft die erforderlich wäre, die Laſt zu ziehen, $7^1/_2$ Pfund gleich ſeyn, und wäre die Laſt zwei oder drei Tonnen ſchwer, ſo würde die erforderliche Kraft auf 15 oder $22^1/_2$ Pfund ſteigen. Dieſe Zugkraft, die der Mangel einer vollkommenen Gleichheit der Straße und die Reibung der Räder und Achſen der Wagen nothwendig machen, iſt dieſelbe, mag die Straße eben oder eine geneigte Fläche ſeyn, und es wird daher, wenn man eine geneigte Fläche hinanfährt, dieſelbe Zugkraft derjenigen Kraft hinzufügt werden müſſen, welche dem Streben der Ladung, die Ebene hinabzufallen, entgegen geſetzt werden muß. Dieſes Streben findet immer in dem Verhältniß der Höhe zu der Länge einer geneigten Fläche ſtatt, d. h. eine geneigte Ebene bei einer Steigung von 1 Fuß in 100 würde einem Gewicht von 100 Tonnen ein Streben hinabzufallen geben, das ſich auf eine Tonne beliefe, und würde daher eine Tonne zu der für eine ſolche Ladung auf einer vollkommenen Ebene nöthigen Zugkraft hinzufügen. Da nun $7^1/_2$ Pfund ungefähr $^1/_{300}$ einer Tonne ſind, ſo würde, wenn eine geneigte Ebene eine Steigung von 1 Fuß in 300 oder, was daſſelbe iſt, von $17^1/_2$ Fuß auf eine engliſche Meile hätte, eine ſolche Anhöhe $7^1/_2$ Pfund auf die Tonne zu der Zugkraft hinzufügen. Eine geneigte Fläche dieſer Art würde daher eine doppelt ſo große Zugkraft fordern, als eine vollkommene Ebene. Für jede 7 Fuß Steigung auf einer Meile müſſen der Zugkraft 3 Pfund auf die Tonne hinzugeſetzt werden; wollen wir daher die Kraft ausmitteln, die erforderlich iſt, eine Ladung eine gegebene Steigung auf einer Eiſenbahn hinanzuſchaffen, ſo müſſen wir zuerſt $7^1/_2$ Pfund als die zur Ueberwindung des Widerſtandes der Straße nöthige Kraft rechnen und dann 3 Pfund für jede 7 Fuß Steigung auf eine engliſche Meile hinzufügen.

Es liegt am Tage, daß, wenn eine Eiſenbahn mehrere geneigte Ebenen, ſelbſt von der mäßigſten Steigung hat, die auf derſelben gebrauchte forttreibende Kraft fähig ſeyn muß, in einem hohen Grade verſtärkt zu werden, nach Verhältniß

Digitized by Google

der Steigung, die zu überwinden iſt. Eine Ebene, die $52\frac{1}{2}$ Fuß in einer engl. Meile ſteigt, erſcheint dem Auge kaum als eine Anhöhe und doch verlangt ſie eine vierfach verſtärkte Zugkraft.

Es iſt der thieriſchen Kraft eigen, daß ihre Stärke innerhalb gewiſſer Grenzen, wie es die Gelegenheit fordert, nach Willkühr in Thätigkeit geſetzt werden kann, die Stärke der mechaniſchen Kraft aber kann in dem eben betrachteten Falle nicht ſo bequem verändert werden, außer in engen Grenzen.

Man hat verſucht, die Schwierigkeiten die für den Gebrauch der Dampfwagen aus geneigten Ebenen entſtehen, auf verſchiedene Weiſe zu beſiegen.

1) Bei der Ankunft am Fuße einer Steigung wird die Ladung getheilt und die Maſchine bringt dieſelbe auf mehreren Fahrten hinan, indem ſie nach jeder Fahrt leer hinabgeht. Dieſem Hilfsmittel ſteht entgegen, daß es Zögerungen verurſacht, und bei einer großen Anzahl von Reiſenden nicht ausführbar iſt. Hätte die Maſchine ihre volle Ladung ſo würde es nach den oben gegebenen Auseinanderſetzungen nöthig ſeyn, dieſelbe in vier Abtheilungen hinanzubringen, wenn die Steigung 52 Fuß in einer engl. Meile hätte. Bei der Fortſchaffung von Gütern hat man dieſes Mittel auf der Liverpool-Mancheſter-Bahn zuweilen angewendet.

2) Es kann ein Hülfs-Dampfwagen am Fuße jeder Steigung bereit gehalten werden, um den Wagenzügen, ſobald ſie ankommen, Beiſtand bei dem Hinanfahren zu leiſten. Gegen dieſes Mittel ſtreitet der Einwurf, daß es koſtſpielig iſt, immer eine Maſchine bereit zu halten. Es würde nothwendig ſeyn, das Feuer immer brennen zu laſſen, es möge gebraucht werden oder nicht, ſonſt müßte der Wagenzug bei der Ankunft warten, bis die Hülfsmaſchine in Thätigkeit treten könnte. Wo aber Wagenzüge zu beſtimmten Zeiten aufbrechen und ankommen, würde dieſer Einwurf weniger Gewicht haben. Auf der Liverpool-Mancheſter-Bahn wird dieſes Mittel jetzt allgemein angewendet, auf geneigten Ebenen von beträchtlicher Länge kann es jedoch nicht vortheilhaft ſeyn.

Digitized by Google

3) Es kann auf dem Rücken der Anhöhe eine ſtehende Dampfmaſchine errichtet werden, mit welcher ein Wagenzug am Fuße der Steigung durch Stricke verbunden wird. Sie würde im Stande ſeyn, einen oder zwei Wagenzüge auf einmal ſammt ihren Dampfwagen heraufzuziehen, ſobald ſie angekommen wären, ohne daß Zögerung entſtände. Es iſt dabei aber nothwendig, die ſtehende Maſchine beſtändig bereit zu halten, ihre Wirkungskraft auszuüben. Dieſes Mittel iſt mit einem ſtarken Perſonenverkehr kaum vereinbar, außer am Endpunkte einer Bahn.

4) Auf einer vollkommenen Ebene kann die Verbindung zwiſchen dem Keſſel und dem Cylinder im Dampfwagen beſchränkt werden, wenn man das Regulator=Ventil theilweiſe ſchließt, um den Druck auf den Kolben bedeutend geringer zu machen als den Dampfdruck in dem Keſſel. Läßt ſich unter ſolchen Umſtänden ein hinlänglicher Druck auf den Kolben erlangen, um die Ladung auf der Ebene zu ziehen, ſo kann das Ventil, wenn der Wagen ſich der geneigten Ebene nähert, geöffnet werden, um auf den Kolben einen Druck zu bringen, der in demſelben Verhältniſſe größer iſt, als der frühere Druck im Keſſel den Druck auf den Kolben übertraf. Wird das Feuer ſo lebhaft unterhalten, daß während des Hinanfahrens ein hinlänglicher Dampzufluß ſtattfindet, und iſt die Steigung nicht verhältnißmäßig größer als die erlangte Kraft, ſo wird der Dampfwagen die Ladung ohne weiteren Beiſtand hinanziehen. Es iſt jedoch zu bemerken, daß in dieſem Falle die Ladung der Maſchine geringer ſeyn muß, als der Betrag, den die Adhäſion der Räder auf der Bahn zu ziehen im Stande iſt, denn dieſe Adhäſion muß der für dieſelbe Ladung auf der geneigten Ebene erforderlichen Zugkraft angemeſſen ſeyn, ſonſt würden wie viel Kraftzuwachs auch durch das Oeffnen des Regulator=Ventils gewonnen werden möge, die Räder ſich umdrehen, ohne die Ladung weiter zu ſchaffen. Man hat dieſes Mittel auf der Liverpool=Mancheſter Eiſenbahn gewöhnlich bei der Fortſchaffung von Reiſenden gebraucht, und es iſt in der

Digitized by Google

That auch das einzige bis jeƺt bekannte, das mit der für dieſe Art von Verkehr nöthigen Schnelligkeit vereinbar iſt; doch ſteht ihm entgegen, daß ein weit höherer Druck im Keſſel unterhalten werden muß, als für die Fortſchaffung der Ladung auf den ebenen Theilen der Bahn nothwendig iſt. — Bei der Anwendung dieſes Mittels läßt ſich der Erfolg bedeutend erhöhen, wenn man während des Hinanfahrens den Zufluß des Speiſewaſſers hemmt. Man wird ſich erinnern, daß ein Gefäß mit kaltem Waſſer ſich auf dem Vorrathswagen befindet, welcher der Maſchine folgt, und daß das Waſſer aus demſelben mittelſt einer von der Maſchine in Bewegung geſeƺten Pumpe in den Keſſel getrieben wird. Dieſe Pumpe iſt ſo eingerichtet, daß ſie ſo viel kaltes Waſſer zuführt, als der Verdampfung gleich iſt, ſo daß ſtets dieſelbe Waſſermenge im Keſſel iſt. Auf der andern Seite aber iſt iſt klar, daß der Zufluß dieſes Waſſers die Verdampfung leicht hemmen kann, denn während es zu der Temperatur des Waſſers, mit welchem es ſich vermiſcht, erhoben wird, muß es einen beträchtlichen Theil der von dem Feuer gegebenen Wärme in ſich aufnehmen. Der Maſchinenwärter kann bei dem Hinanfahren um die Dampferzeugung zu beſchleunigen, die Thätigkeit der Waſſerpumpe hemmen. Die Verdampfung wird dann mit vermehrter Schnelligkeit geſchehen, und der dadurch herbeigeführte Waſſermangel kann auf der nächſten ebenen Bahnlinie durch die Pumpe erſeƺt werden, oder noch wirkſamer bei der nächſten Senkung der Bahn, wo die Thätigkeit der Maſchine unterbrochen iſt, und der Wagenzug vermöge ſeiner eigenen Schwere hinabgeht. Dieſes Mittel kann auf den für Reiſende beſtimmten Eiſenbahnen mit Erfolg angewendet werden, wenn die geneigte Ebene nicht über 18 Fuß Steigung in einer engliſchen Meile hat, und ſelbſt Steigungen von 36 Fuß in einer engl. Meile können auf dieſe Weiſe überwunden werden, wenn man einen Theil der bewegenden Kraft opfern will. Da dieſes Opfer jedoch beträchtlich iſt, ſo wird es vielleicht immer beſſer ſein, bei ſteileren Steigungen Hülfsmaſchinen anzuwenden.

5) Die Verbindung zwiſchen dem Kolben des Cylinders

Digitized by Google

und den Berührungspunkten der Räder mit der Bahn kann bei der Ankunft auf einer geneigten Ebene ſo geändert werden, daß der Kolben eine ſtärkere Wirkung auf die Räder ausübt. Dieß läßt ſich auf vierfach verſchiedene Weiſe bewirken, aber man hat bis jetzt kein hinlänglich einfaches Mittel aufgefunden, das praktiſch ausführbar wäre, und ſelbſt wenn ein geeignetes Mittel ſich darböte, ſo müßte, wenn anders nicht zu gleicher Zeit die treibende Kraft an Stärke zunähme, die Geſchwindigkeit der Bewegung ſich in demſelben Verhältniſſe vermindern, als die Wirkungskraft des Kolbens auf die Räder ſich verſtärkte. So würde auf der geneigten Ebene der Liverpool-Bahn, die eine Steigung von 55 Fuß in einer engl. Meile hat, die Geſchwindigkeit auf beinahe ein Viertheil des Betrages vermindert werden, der auf dem ganz ebenen Theile erlangt wird.

Welche Mittel man aber auch anwenden möge, um Steigungen zu überwinden, ſo iſt das Hinabfahren mit Unbequemlichkeiten verbunden. Die Fahrt abwärts wird durch die Schwerkraft beſchleunigt, und wird der Wagenzug nicht aufgehalten, ſo kann das Hinabfahren, wenn die geneigte Ebene, ſelbſt bei geringer Steigung, von beträchtlicher Länge iſt, mit einer Schnelligkeit verbunden ſeyn, die ſehr gefährlich ſeyn würde. Der Hemmſchuh, den man bei einer Fahrt bergab auf Heerſtraßen gebraucht, kann auf Eiſenbahnen nicht angewendet werden, und ſelbſt eine ſperrende Vorrichtung, die man bei den Rädern anwenden könnte, würde nicht ganz ſicher ſeyn. Die Reibung, welche durch die ſchnelle Bewegung des Rades hervorgebracht wird, entzündet zuweilen das Holz, und Eiſen würde unzuläſſig ſeyn.

Nach allem, was wir angeführt und auch ſchon im zweiten Kapitel zu beweiſen geſucht haben, iſt klar, daß beträchtlich geneigte Ebenen bei dem jetzigen Stande unſerer Kenntniſſe der vortheilhaften Benutzung einer Eiſenbahn hinderlich, und ſelbſt geringe Steigungen mit großen Nachtheilen verbunden ſind [1]).

[1]) Es ließe ſich bei Veränderungen der ebenen Bahn eine ähnliche Vorrichtung anbringen, wie bei Schleuſen in Kanälen. Der

Sollen die jetzt auf Eiſenbahnen gebräuchlichen Dampfwagen ihre volle Wirkungskraft äußern, ſo iſt es nothwendig, jeder Maſchine eine ſehr beträchtliche Ladung zu geben. Es iſt, wie jetzt unſere Kenntniſſe ſtehen, nicht möglich, drei Dampfwagen dieſer Art, deren jeder eine Laſt von 30 Tonnen zöge, mit denſelben Koſten zu bauen und mit denſelben Wirkungskraft zu benutzen, als einen Dampfwagen, der 90 Tonnen führte. Daraus entſteht eine Unbequemlichkeit und eine Schwierigkeit, wenn man dieſe Maſchinen zu einer der einträglichſten Fortſchaffungsarten, zu dem Perſonenverkehr benutzen will. Es iſt nicht möglich, ſelbſt zwiſchen Städten, die ein ſehr bedeutender Verkehr verbindet, bei jeder Fahrt ſo viel Reiſende zu finden, daß eine ſolche Maſchine auf einer Eiſenbahn gebraucht werden könnte [1]). Die Schwierigkeit zu einer beſtimmten Stunde eine ſo anſehnliche Zahl von Reiſenden zu erhalten, um die Fahrt machen zu können, liegt zu Tage, und es giebt daher kein anderes Mittel, dieſem Nachtheile abzuhelfen, als dieſelbe Maſchine, die zur Fortſchaffung von Reiſenden gebraucht wird, auch zur Fortſchaffung von Gütern zu benutzen, ſo daß Güter die Ladung ergänzen können, wenn der Perſonenverkehr ſie nicht giebt. Iſt der Güterverkehr hinlänglich, ſo können ſolche Maſchinen mit ihrer vollen Ladung abfahren, was auch immer die Zahl der Reiſenden ſeyn möge.

Wagenzug könnte auf einer Fläche gehen, die durch ein Maſchinenwerk ſich heben ließe. So würden bei einer Veränderung der ebenen Fläche der Bahn gleichſam Stufen von einer Ebene zur andern führen, auf welche die Ladungen durch eine Kraft gehoben werden könnten, welche die Maſchinerie in Bewegung ſetzte. Man würde dann den Vortheil haben, daß die Wagenzüge immer auf einer Ebene gingen.

[1]) Bei Gelegenheit eines Wettrennens in Newton, 15 Meilen von Liverpool, wurden zwei Dampfwagen abgeſchickt, die Reiſenden abzuholen. Einer derſelben wurde durch einen Unfall gehindert die Rückfahrt zu machen, und beide Wagenzüge wurden an eine Maſchine gehängt, die bei dieſer Gelegenheit 800 Perſonen zog.

Digitized by Google

Wir haben aus dem Geſagten erſehen, daß die Dampfwagen, welche in der Maſchinenfabrik der Herren Robert Stephenſon und Comp. in Newcaſtle upon Tyne die beſten ſind. Nirgends konnten auch Verbeſſerungen ſicherer und ſchneller erfolgen, als in dieſer Fabrik, woſelbſt der bei weitem größere Theil der auf dem Liverpooler Schienenwege arbeitenden Maſchinen erbauet wurde. Jede auf der Bahn mit der zuletzt gefertigten Maſchine im großen Maaßſtab erlangte Erfahrung, konnte ſchon bei dem Bau der nächſtfolgenden benutzt werden, um Mängel zu beſeitigen und die Wirkung zu vermehren. In der That zeigen die auf der Liverpooler Bahn arbeitenden Maſchinen dieſes allmählige Fortſchreiten ſehr deutlich, da kaum zwei derſelben ganz einerlei Form-Abmeſſung und Einrichtung haben.

Es iſt bei einer ſo verwickelten Maſchine, wie ein Dampfwagen, nöthig, nicht bei allgemeinen Beſchreibungen, wie wir ſie oben gaben, ſtehen zu bleiben, ſondern eine recht ſpezielle zu geben; wir wählen dazu die von Stephenſon für die Brüſſeler Eiſenbahn gelieferte und mit der laufenden Nro. 88 (der von ihm fabricirten Maſchinen) bezeichneten Maſchine, die von dem Herrn Waſſerbaumeiſter Henz zu Hattingen am Rhein, in den Verhandlungen des Berliner Gewerbvereins", Jahrg. 1835, 4te Lief. S. 183 rc. ſo ſchön beſchrieben worden iſt. Dieſe immer fortſchreitenden Verbeſſerungen machen es erklärlich, daß das Stephenſon'ſche Syſtem jetzt faſt ausſchließlich auf Eiſenbahnen angewendet wird, denn auch andere Werkſtätten, z. B. die von Bury in Liverpool arbeiten darnach und auch auf der trefflichen Nürnberger Bahn ſind ſie angewendet. — Worin die Verbeſſerungen dieſer neueſten Maſchinen beſtehen, ſoll weiter unten nachgewieſen werden, nachdem die Maſchine im allgemeinen beſchrieben worden iſt; vorläufig wird hier bemerkt, daß durch dieſelbe: 1) größere Geſchwindigkeit und Kraft 2) Erſparung an Brennmaterial; 3) größere Dauer der Maſchine und mehrere Schonung des Schienenwegs in bedeutendem Grade erlangt worden iſt. — Im Allgemeinen ſind,

Digitized by Google

wie ſchon bemerkt zweierlei Arten von Lokomotivmaſchinen im Gebrauch, leichtere, welche vorzugsweiſe zum ſchnellen Transport mit geringerer Ladung, und ſchwerere, welche zum langſamern Transport mit ſtarken Ladungen beſtimmt ſind, weil die Erfahrung gelehrt hat, daß beide Förderungsarten mit denſelben Maſchinen nur ſehr ungünſtige Reſultate geben. Die in dem Folgenden beſchriebene Maſchine, gehört zu der leichtern Art, weicht aber in der Konſtruktion nur ſehr wenig von der ſchwerern ab, weshalb letztere nicht beſonders gezeichnet iſt; jedoch ſollen die Abweichungen bei der folgenden allgemeinen Beſchreibung namhaft gemacht werden.

Allgemeine Beſchreibung der Maſchine.

Taf. XI. Fig. 123 und 124 zeigt die Seiten und Hinteranſicht, Taf. XII. Fig. 125 den Längendurchſchnitt, Fig. 126 den Querdurchſchnitt der Heitzkammer und Taf. XIII. Fig. 127 den Grundriß der Maſchine ohne Keſſel.

Auf einen von ſechs Rädern unterſtützten hölzernen, durch aufgelegte eiſerne Platten verſtärkten Rahmen iſt der cylindriſche, aus Eiſenblech beſtehende, mit einem hölzernen Mantel umgebene, Dampfkeſſel durch Träger und Streben befeſtigt. Mit der hintern Bodenplatte des Keſſels iſt die Heitzkammer verbunden, welche aus ſtarken Kupferplatten beſteht, und von einer Waſſerſchicht umgeben iſt, die ein mit dem Keſſel verbundener Mantel von Eiſenblech einſchließt. In gleicher Art iſt mit der vordern Bodenplatte des Keſſels eine kürzere Kammer verbunden, auf deren Boden ſich die beiden horizontal liegenden Treibcylinder befinden, und über welcher die Rauchröhre angebracht iſt. Dieſe beiden Kammern ſtehen durch 100 (bei den größern Maſchinen 140) enge meſſingne Röhren, welche der Länge nach durch den Keſſel gezogen ſind, in Verbindung und leiten die in der Heitzkammer ſtark erwärmte Luft durch das Waſſer des Keſſels in den Schornſtein. Die tiefer als der Keſſel reichenden beiden Kammern ſind ferner durch vier eiſerne Schienen mit einander vereinigt, welche den Zweck haben, der ganzen Verbindung eine größere

Digitized by Google

Steifigkeit zu geben, beſonders aber um die erforderlichen Befeſtigungs- und Stützpunkte für den Mechanismus darzubieten. Da der Raum für den Dampfvorrath im Keſſel verhältnißmäßig nur ſehr gering iſt, und das ſtark ſiedende Waſſer in demſelben hoch aufſprudelt, ſo würde, wenn der Dampf unmittelbar aus dieſem Raum in die Cylinder träte, eine große Menge Waſſer mit in dieſelben gelangen und ſehr hinderlich werden. Deßhalb iſt auf der Oberfläche des Keſſels ein kupferner oben halbkugelförmig geſchloſſener Cylinder angebracht, in welchem der unvermiſchte Dampf aufſteigen und ſich ſammeln kann. Von hier wird er mittelſt einer Röhre, welche ſich in zwei Arme ſpaltet, den beiden Cylindern abwechſelnd zugeführt. Der benutzte Dampf entweicht durch eine bis in den Schornſtein reichende Röhre, und befördert den Luftzug in dem letztern auf eine ungemein kräftige Weiſe. Die in Bewegung geſetzten Kolbenſtangen, welche durch angebrachte Leitungen in ihrem horizontalen Gang erhalten werden, wirken mittelſt Lenkerſtangen auf die beiden, im rechten Winkel geſtellten, Krummzapfen der Hauptaxe, auf welcher die beiden großen Treibräder befeſtigt ſind; dieſe erzeugen auf dieſe Weiſe eine Umdrehung der letztern, und damit die Fortbewegung der ganzen Maſchine.

Zwiſchen beiden Krummzapfen ſind auf der abgedrehten Axe der Treibräder zwei mit einander verbundene excentriſche Scheiben angebracht, welche durch zwei Steuerungsſtangen mit den Schiebeventilen der Dampfcylinder verbunden ſind, und ſich ſeitwärts rechts oder links gegen einen Kuppelungsring ſchieben laſſen, der ihnen die Bewegung der Radaxe mittheilt. Wenn die excentriſchen Scheiben von dem einen Kuppelungsring gelöst, und mit dem andern, um die Zeit eines halben Kolbenhubes ſpäter eingreifenden, verbunden ſind, ſo wird dadurch der Dampfzutritt in die Cylinder verwechſelt, und eine Bewegung der Maſchine in der entgegengeſetzten Richtung hervorgebracht.

Durch eine Hebelvorrichtung kann vom Stande des Maſchiniſten aus die Verbindung der Ventile mit der Treibaxe

aufgehoben und der Gang der Maſchine durch Zugſtangen, die mit den Ventilen in Verbindung ſtehen, von demſelben nach Belieben geregelt werden. Zur Speiſung des Keſſels dienen zwei Druckpumpen, deren ebenfalls horizontal arbeitende Kolbenſtangen durch die der Dampfcylinder unmittelbar in Bewegung geſetzt werden.

Das Waſſer befindet ſich in einem, der Maſchine angehängten Munitionswagen, von welchen aus es den Pumpen durch Federſchläuche, die durch Schrauben mit demſelben verbunden ſind, zugeführt wird. Die Felgen der beiden großen Treibräder ſind nicht, wie die vier Leitungsräder, mit vorſpringenden Rändern verſehen, ſondern haben eine ganz ebene Bahn, welche aus einem abgedrehten Kranz von gewalztem Eiſen beſteht. Der den Keſſel ſo wie den ganzen Mechanismus tragende Rahmen wird von ſechs Druckfedern unterſtützt, welche auf den Axenpfannen ruhen, die Laſt gleichförmiger vertheilen und die Stöße aufheben, welche der Verbindung aller Maſchinentheile ſehr verderblich ſeyn würden. Ueber der Heitzkammer befindet ſich das Einſteigeloch, durch welches man in das Innere des Keſſels gelangen kann, und auf der Oberfläche des Keſſels ſelbſt ſind die beiden Sicherheits=Ventile angebracht, von denen das eine dem Maſchiniſten unzugänglich iſt, das andere aber mit einer Federwage in Verbindung ſteht, welche die Stärke des Dampfdruckes anzeigt. Der Waſſerſtand im Keſſel wird durch eine Glasröhre markirt, und kann außerdem durch zwei Probirhähne unterſucht werden. Der Zutritt des Dampfes zu den Treibcylindern wird durch einen im Hauptdampfrohr angebrachten Hahn regulirt, welcher mittelſt einer durch den Keſſel gehenden und über der Feuerungsthür mit einer Kurbel verſehenen Axe ganz oder zum Theil geöffnet und verſchloſſen werden kann.

Bei der größeren Maſchine werden durch die Kolbenſtangen der Dampfcylinder zwar auch nur zwei Räder unmittelbar in Bewegung geſetzt, dieſe ſind aber mit noch zwei andern durch Zugſtangen verkuppelt, ſo daß die Maſchine mit vier

Treibrädern arbeitet, folglich ein größerer Theil des Gewichts derſelben auf die zur Fortbewegung erforderliche Abhäſion der Radefelgen mit den Schienen verwendet wird. Die kleinere Maſchine wiegt 9 Tonnen, davon 5 Tonnen 8 Zentner auf den Treibrädern, die größere wiegt 10 Tonnen 10 Zentner, davon 8 Tonnen 8 Zentner auf den Treibrädern ruhen.

Dieſe allgemeine Beſchreibung gewährt ſchon eine Ueberſicht der ſeit dem Jahre 1830 eingeführten Verbeſſerungen im Bau dieſer Maſchinen, namentlich in Bezug:

1) Auf größere Geſchwindigkeit und Krafterzeugung. Beide ſind von der Menge und Stärke des in einer gewiſſen Zeit producirten Dampfes abhängig. Die Dampferzeugung iſt aber vermehrt worden:
   a) durch Vergrößerung der Oberfläche der Theile des Keſſels, welche den Einwirkungen der Hitze ausgeſetzt ſind, insbeſondere durch Vermehrung der Heitzrohren.
   b) Durch Vermehrung des Gewichts der Maſchine, welche ſie in den Stand ſetzt, auch auf geneigter Ebne noch eine angemeſſene Laſt fortzubewegen.
   c) Durch Vermehrung des Zugs, indem jetzt die Cylinder unter dem Schornſtein liegen, und den gebrauchten Dampf durch eine aufſteigende Röhre unmittelbar in demſelben aushauchen.
2) Auf Erſparung von Brennmaterial, durch:
   a) Bekleidung des Keſſels mit einem hölzernen Mantel.
   b) Verlegung der Cylinder in eine Kammer, durch welche die aus den Zugröhren ſtrömende heiße Luft geht, und wenigſtens die Temperatur des Dampfes hat. Beide Einrichtungen verhindern eine Abkühlung der Dampfbehälter, wodurch mit gleichem Brennmaterial eine höhere Spannung mit weniger Brennmaterial auszukommen iſt.
   c) Durch Vermehrung des Gewichts der Maſchine, welches ſie fähig macht, eine größere Nutzlaſt mit verhältnißmäßig geringerm Brennmaterial fortzuſchaffen.

Digitized by Google

3) Auf größere Dauer der Maſchine und Eiſenbahn:
   a) durch horizontale Lage der Treibcylinder, wodurch die Stöße faſt ganz vermieden werden, weil die Kraft parallel mit der Bahn und in der entgegengeſetzten Richtung mit den Wirkungen der Federn arbeitet.
   b) Durch Verlegung der Angriffspunkte der Kraft oder der Krummzapfen, zwiſchen die Treibräder, indem ſowohl die Bahn, als noch mehr die Maſchine ſehr litten, als dieſelben noch auf der Außenſeite an einzelne Radſpeichen angebracht waren.
   c) Durch Verſtärkung der Maſchinentheile und ihrer Verbindung, welche zuläſſig wurde, als ſich aus den sub 1 und 2 angegebenen Urſachen ergab, daß ſchwerere Maſchinen einen verhältnißmäßig größern Effekt leiſten, als ſo leichte, wie urſprünglich gefordert waren.
   d) Durch Anwendung meſſingner Zugröhren, welche länger halten, als die früher angewendeten kupfernen.

Nach dieſer allgemeinen Ueberſicht der Einrichtung und Bewegung dieſer Maſchine kommen wir zur Beſchreibung der Einzelnheiten derſelben, wobei bemerkt wird, daß alle angegebenen Größen ſich auf engliſches Maaß und Gewicht beziehen. Da dieſes Maaß, welches nur wenig von dem preußiſchen verſchieden iſt, beim Bau der Maſchine zum Grunde gelegt war, ſo iſt eine Reduktion auf preußiſches Maaß nicht vorgenommen worden, welche bei den meiſten theils kleinen Abmeſſungen Brüche gegeben hätte, welche die Ueberſicht erſchwerten, ohne praktiſchen Nutzen zu gewähren.

1. Das Wagengeſtell.

Daſſelbe beſteht aus einem rechtwinklig zuſammengeſetzten hölzernen Rahmen, 16½ Fuß lang, 6¼ Fuß breit. Die Balken, aus welchen er gebildet iſt, ſind 7 Zoll hoch, 4 Zoll ſtark, und mit ¼ Zoll ſtarken Eiſenplatten beſchlagen. Die-

Digitized by Google

ſer Rahmen wird von ſechs Stück 3 Fuß langen Druckfedern getragen, welche in der Mitte durch die Pfanne der Radaxe unterſtützt werden.

Die beiden mittleren befinden ſich, wegen der höhern Lage der Treibräderaxe, über den vier andern unter dem Rahmen. Letzterer liegt ganz frei auf den in die Höhe gebogenen Enden der vier äußern Federn, und damit er ſich nicht verſchieben kann, ſind die Eiſenplatten, mit welchen die berührten Flächen bekleidet ſind, auf beiden Seiten wieder gebogen. Die Enden der beiden mittlern Federn ſind durch bewegliche Zwiſchengelenke mit dem Rahmen verbunden, der auf den zu treffenden Stellen mit den nöthigen Schraubenbolzen zur Befeſtigung verſehen, und an ihnen aufgehangen iſt. Die Pfannen, in welchen ſich die äußerſten Enden der Radaxen drehen, werden jede durch zwei verbundne, $^2/_3$ Zoll ſtarke Backenſtücke die an den Langbäumen des Rahmens befeſtigt ſind, getragen und dienen, die gleichförmige Entfernung, ſo wie den höchſt wichtigen Parallelismus der Radaxen unter ſich zu erhalten. Damit aber durch dieſe Verbindung die Wirkſamkeit der Federn nicht aufgehoben werde, iſt jede dieſer Backen mit einem Schlitz verſehen, welcher der Büchſe eine freie Vertikalbewegung verſtattet. Die untern freiſtehenden Enden der Backenſtücke ſind zur Erlangung einer größern Steifigkeit der ganzen Verbindung unter ſich und mit dem Rahmen durch Strebeſtangen verbunden. Der vordere Querbalken des Rahmens iſt 1 Fuß hoch, und ſpringt nach der Unterſeite vor, woſelbſt, wie Fig. 123 Taf. XI zeigt, zwei runde elaſtiſche Vorſprünge angebracht ſind, durch welche der Stoß aufgefangen wird, wenn die Maſchine hinter der Laſt angebracht iſt, und dieſelbe vor ſich hinſchiebt. Auf dem beſchriebnen Rahmen iſt der mit ſeinen beiden Kammern verbundne Keſſel befeſtigt, und zwar in der Mitte durch eine quer über den Rahmen gelegte Schiene, von deren Enden aus Schrägſtreben bis zu einem Drittel der Keſſelhöhe reichen; an den Seiten der beiden Kammern aber durch bloße Streben, welche in Fig. 123, 124 und 126 angedeutet ſind.

Digitized by Google

Der übrig bleibende Raum von 2 Fuß Länge auf dem hintern Theil des Rahmens iſt mit Brettern belegt, und bildet den Stand des Maſchiniſten, der auf beiden Seiten durch Geländer geſichert iſt. Die über den Rahmen vortretenden Theile der Räder ſind mit Kapſeln überdeckt, ſo daß der Maſchiniſt und Heizer nicht durch dieſelben beſchädigt werden kann. Die tiefer als der Keſſel reichenden Kammern des Feuerraums und der Cylinder ſind durch vier eiſerne, an ihren Enden umgebogene und an die Wände dieſer Kammern geſchraubte, Schienen zz, Fig. 125 und 127, von 3 Zoll Höhe, ½ Zoll Stärke mit einander verbunden. Dieſe Schienen werden zugleich zur Befeſtigung der erforderlichen Zapfenlager, für die Steuerung der Gleiſe, für die Horizontalbewegung der Kolbenſtangen, der Druckpumpen und der Zwiſchenlager für die Treibaxe benutzt.

An der äußern Vorderfläche der Heizkammer und unter dem Stand des Maſchiniſten ſind zwei horizontale halbrunde Eiſenplatten, Fig. 125 in einer Entfernung von 6 Zoll befeſtigt, zwiſchen welche die Kuppelungsſtange des Munitionswagens mittelſt eines ſtarken Durchſteckbolzens befeſtigt wird.

2. Der Keſſel mit Zubehör.

Der Keſſel bildet einen hohlen Cylinder von 3½ Fuß Durchmeſſer, 7½ Fuß Länge, beſteht aus zuſammengenieteten ⅓ Zoll ſtarken Eiſenplatten und iſt, zur Vermeidung der Abkühlung durch die äußere Luft, mit einem Mantel von gefederten tannenen Brettern umgeben, die durch eiſerne Bänder zuſammengehalten werden. Die unmittelbar mit der hintern Bodenplatte des Keſſels verbundene Heizkammer iſt 3 Fuß 4 Zoll lang und breit, und von den Roſtſtäben bis zum Scheitel der flach gebogenen Deckplatte 3 Fuß 2 Zoll hoch. Dieſe aus ½ Zoll ſtarken Kupferplatten gebildete Heizkammer befindet ſich in einem Mantel von Eiſenblech eingeſchloſſen, deſſen Obertheil, halbkreisförmig gewölbt, 3 Zoll weit über den Mantel des Keſſels vorſpringt; der Untertheil deſſelben liegt 2 Fuß 10 Zoll tiefer, als der des

Digitized by Google

Keſſels, und bildet den Aſchenbehälter unter dem Roſt, der mit einer 3 Fuß 9 Zoll breiten, 6 Zoll hohen rechtwinkligen Zugöffnung verſehen iſt. Der Raum zwiſchen den Seitenwänden der Heitzkammer und dem umgebenden Mantel iſt mit Waſſer angefüllt, welches mit dem im Keſſel befindlichen in unmittelbarer Verbindung ſteht. Der Roſt wird von achtzehn Stäben gewöhnlicher Form gebildet, welche an ihren Hinterenden mit hakenförmigen Zapfen verſehen ſind, die in entſprechende Löcher des Unterlagers eingreifen, während die vordern Endern frei auf einem Unterlager ruhen, in deſſen Oberfläche für jeden Roſtſtab eine Vertiefung angebracht iſt. Das Schürloch iſt kreisrund, hat 1 Fuß Durchmeſſer, liegt mit ſeinem Mittelpunkt 2½ Fuß über dem Roſtbalken, und wird mit einer Thür verſchloſſen, welche aus zwei in geringer Entfernung mit einander verbundenen Eiſenplatten beſteht. Mit der vordern Bodenplatte iſt in gleicher Art, wie bei der hintern, eine Kammer verbunden, deren halbkreisförmiger Obertheil ebenfalls 3 Zoll über den Umfang des Keſſels vorſpringt; ſie liegt mit ihrem untern abgerundeten Theil 1 Fuß 7 Zoll unter demſelben und hat eine Länge von 2 Fuß. Ueber dieſer Kammer erhebt ſich die aus Eiſenblech beſtehende 8 Fuß hohe, 1 Fuß im Durchmeſſer haltende Rauchröhre. Aus der Heitzkammer gehen 100 Röhren von zuſammengelötheten Meſſingblech, mit 2 Zoll äußerem und 1½ Zoll innerem Durchmeſſer, der Länge nach durch den Keſſel nach der oben erwähnten Kammer unter der Rauchröhre, und bilden die einzige Verbindung zwiſchen dieſen beiden Räumen. Durch dieſe Röhren muß alſo der ganze Zug des Ofens gehen, und die im Feuerungsraum erhitzte Luft kann daher alle Wärme, welche ſie im höhern Grad, als das die Röhre umgebende Waſſer beſitzt, dieſem abgeben.

Die größte Schwierigkeit beim Bau dieſer Keſſel, und wohl der ganzen Maſchine, beſteht in der dichten Verbindung ſo vieler enger Röhren mit ihren Enden in den beiden Bodenplatten des Keſſels, denn dieſe Röhren liegen ſo dicht neben

einander, daß ſie nicht, wie die andern Theile des Keſſels, zuſammen genietet werden können. Gewöhnlich wird folgendes Verfahren angewendet. Nachdem in den Bodenplatten die korreſpondirenden Löcher zur Aufnahme der Röhren mittelſt eines Prägewerkes ausgeſchnitten ſind, und der Keſſel verbunden iſt, werden die ziemlich ſcharf in die Löcher paſſenden Röhren eingezogen und die Enden derſelben ſo abgekürzt, daß ſie nicht über den Bodenplatten vorſtehen. Darauf wird gleichzeitig in beide Oeffnungen jeder Röhre ein ſtählerner Ring, der hinten etwas ſtärker iſt als vorn, mit Gewalt eingeſchlagen, ſo daß die Seitenwände der Röhren feſt gegen den Rand der Oeffnungen gepreßt werden; der noch vorſtehende Rand des Ringes wird aber mit einem runden Hammer ſo lange übergetrieben, bis er einen Anſatz auf der Bodenplatte bildet und das Kopfende der Röhre überdeckt. Fig. 133 Taf. XIII. zeigt den Längendurchſchnitt einer ſolchen Verbindung des Röhrenendes mit der Bodenplatte. Das Mangelhafte dieſer Verbindung liegt darin, daß wenn die Bodenplatten durch den ſtarken Dampf im Keſſel auseinander gedrückt werden, die Röhren, welche ſich nicht in gleichem Maaße der Länge nach ausdehnen können, ihre feſte Verbindung mit der Bodenplatte verlieren. Das Ausweichen dieſer Platten zu vermeiden, werden der Länge nach eiſerne Anker durch manche Keſſel gezogen. Bei dem hier in Rede ſtehenden iſt dieß jedoch nicht geſchehen, und obgleich derſelbe öfters einem Dampfdruck von 60 Pfunden auf den Quadratzoll ausgeſetzt war, zeigte ſich doch kein Durchdringen des Waſſers.

Zur Erzeugung einer großen Dampfmenge iſt bei dieſen Keſſeln ein ſehr ſtarker Zug erforderlich, der indeſſen hier nicht, wie bei ſtehenden Dampfmaſchinen, durch hohe Schornſteine erzielt werden kann, da die Höhe der Rauchröhre bei der Lokomotivmaſchine in ſehr enge Grenzen eingeſchloſſen iſt, und ſelten 15 bis 16 Fuß überſchreiten darf. Solche niedrige Schornſteine gewähren aber ſehr wenig Zug, und es würde nur eine ſehr langſame Dampferzeugung ſtattfinden

Digitized by Google

können, wenn derſelbe nicht auf eine andere Weiſe zu verſtärken wäre. Bei den Stephenſon'ſchen Maſchinen geſchieht dieß, wie ſchon weiter oben bemerkt, indem der verwendete Dampf in die Rauchröhre geführt wird, durch welche er ſtoßweiß ausſtrömt. Dadurch daß die Kammer, auf welcher die Rauchröhre ſteht, der äußern Luft unzugänglich iſt, wird nach jedem Ausſtoß des Dampfes die Luft in derſelben ſehr verdünnt, wodurch, indem ſie ſich mit der unter dem Roſt befindlichen wieder ins Gleichgewicht ſetzt, ein ſtarker Zug durch das Feuer und die Heizröhre entſteht. Damit der entlaſſene Dampf dieſen Zweck deſto wirkſamer erreichen kann, liegen die beiden Cylinder unmittelbar unter der Rauchröhre, in welche die gemeinſchaftliche, an ihrer Ausmündung ſich erweiternde Dampfableitungsröhre aufſteigt. Je langſamer die Maſchine arbeitet, deſto geringer wird alſo auch der Zug, woraus folgt: daß dieſe Maſchinen überhaupt am wirkſamſten ſind, wenn ſie in der Regel mit ſolchen Geſchwindigkeiten ſich bewegen, welche nur eine ſehr kurze Zwiſchenzeit in Ausſtoßung des Dampfes zulaſſen, und am vortheilhafteſten wirkt die Geſchwindigkeit auf den Zug, wenn die Dampfausſtrömung beinahe ſtetig wird.

Von großer Wichtigkeit iſt es bei dieſer Art von Dampfkeſſeln, das Waſſer immer möglichſt genau auf einem gewiſſen Stand zu erhalten, weil ſchon bei einer geringen Senkung die Decke der Rauchkammer, oder die obern Zugröhren, verbrennen würden, während bei einem zu hohen Waſſerſtand der Dampfraum zu ſehr verkleinert und die Dampferzeugung gehindert wird. Um daher den Waſſerſtand im Keſſel gehörig beobachten und danach den Zufluß des Speiſewaſſers reguliren zu können, ſind zweierlei Vorrichtungen angebracht. Erſtlich eine vertical ſtehende Glasröhre, deren beide Enden in Hülſen eingekittet ſind, davon die untere in den Waſſerraum, die obere in den Dampfraum des Keſſels mündet. Jede der beiden Hülſen iſt mit einem Hahn verſehen, welche geöffnet den Zutritt des Dampfes und Waſſers in die Glasröhre geſtatten, und verſchloſſen werden

Digitized by Google

können, um eine Abſperrung zu haben, wenn die Röhre durch einen Zufall zerbricht oder zerſpringt, oder der Kitt, mit welchem ſie befeſtigt iſt, unhaltbar wird. In ſolchen Fällen würde man jeder Beobachtung des Waſſerſtandes im Keſſel verluſtig ſeyn, und mit Sicherheit die Fahrt nicht weiter fortſetzen können. — Es ſind deshalb zweitens außer der Glasröhre, welche ſich, wie Fig. 124 zeigt, gerade vor dem Stand des Maſchiniſten befindet, zur Seite der Heizkammer zwei Probirhähne, von ganz gewöhnlicher Einrichtung angebracht, durch welche ſich der Wagenführer, ſo oft er es nöthig findet, von dem richtigen Stand des Waſſers im Keſſel Ueberzeugung verſchaffen kann. Bei dem ſehr geringen Waſſerinhalt dieſer Keſſel und der ſchnellen Verdampfung bedeutender Waſſermengen in demſelben wird eine häufige Prüfung des Waſſerſtandes um ſo nothwendiger, als man ſich nur dadurch von der Wirkſamkeit der Nahrungspumpen überzeugen kann.

Nicht weniger Aufmerkſamkeit erfordert die Stärke des Dampfes im Keſſel, um ein Berſten deſſelben zu verhindern. Die gewöhnliche Spannung der Dämpfe iſt faſt bei allen Lokomotivmaſchinen dieſelbe, und iſt gleich einem Druck von 50 Pfunden auf den englichen Quadratzoll Keſſelfläche. Damit dieſe Spannung nicht überſchritten werden könne, ſind zwei Sicherheitsventile auf dem Keſſel angebracht, davon das eine f Fig. 125 dem Maſchiniſten nicht zugänglich iſt; es befindet ſich in einer Röhre, durch welche der Dampf entweicht, wenn der Druck deſſelben ſo ſtark wird, daß er das Ventil aufhebt, mit welchem die Oeffnung verſchloſſen iſt. Dieſes Ventil wird durch mehrere mit einander verbundene Stahlfedern, von der bei f Fig. 125 gezeigten Form, niedergedrückt, deren Spannung ſo groß iſt, daß ſie einem Dampfdruck von 50 Pfunden auf den Quadratzoll des Ventils das Gleichgewicht halten.

Das zweite Sicherheitsventil befindet ſich nahe hinter der Heizkammer und iſt mit g in Fig. 125 bezeichnet. Daſſelbe iſt, wie die gewöhnlichen Sicherheitsventile, mit einem

Digitized by Google

einfachen Hebel verbunden, der aber nicht, wie ſonſt gebräuchlich, durch ein angemeſſenes Gewicht, ſondern durch eine Spiralfeder niedergedrückt wird. Gewichte haben die Unbequemlichkeit, beim raſchen Gang der Maſchine in bedeutende Schwankungen zu gerathen, wodurch ſich intermittirend das Ventil öffnet, und eine große Menge Dampf verloren geht, ohne daß die erforderliche Spannung überſtiegen iſt. Aus dieſem Grunde hat man ſtatt der Gewichte die obengedachte Feder angeordnet, mit welcher eine Skala verbunden iſt, auf welcher ein Zeiger den Druck in Pfunden auf den Quadratzoll andeutet, mit welchem die Feder angeſpannt iſt. Durch eine Schraube kann dieſe Feder angezogen oder nachgelaſſen werden, je nachdem das Sicherheitsventil erſt bei einem ſtärkern, oder ſchon bei einem ſchwächern, als dem gewöhnlichen Dampfdruck ſich öffnen ſoll, welches letztere geſchieht, wenn die Maſchine ſtill geſtellt wird, und die Dampferzeugung noch ihren Fortgang hat.

Um in das Innere des Keſſels gelangen zu können, iſt im Mantel des Heitzraums eine Einſteigeöffnung a Fig. 125 in gewöhnlicher Art angebracht und verſchloſſen. Eine ähnliche Oeffnung b befindet ſich unten im Keſſel, welche dazu dient, den Niederſchlag des Waſſers ausräumen zu können.

Die Röhre, welche den Dampf aus dem Keſſel nach dem Cylinder leitet, erhebt ihre Einmüdung über die Oberfläche des erſtern in dem kupfernen Behälter c, woſelbſt ſich ein von Waſſer ganz befreiter Dampf anſammelt. Dieſe Röhre geht mit einem Knieſtück durch den Keſſel nach der Kammer unter der Rauch-Röhre, und theilt ſich daſelbſt in zwei Arme, durch welche der Dampf in die Cylinder tritt. Am Knie-Ende der ungetheilten Röhren befindet ſich eine Büchſe, welche mit einem Hahn d verſehen iſt, durch deſſen Umdrehung die Röhre ganz geöffnet, ganz oder zum Theil verſchloſſen, und damit die Menge des zutretenden Dampfes regulirt werden kann. Dieſer Hahn wird vermittelſt einer, den Keſſel der Länge nach durchſtreichenden Axe e gedreht, zu welchem Behuf das

Digitized by Google

durch eine Stopfbüchſe vortretende Ende derſelben mit einer Kurbel verſehen iſt, die ſich im Bereich des Maſchiniſten befindet.

3. Speiſung des Keſſels.

Das verdampfte Waſſer wird dem Keſſel durch zwei Druckpumpen wieder erſetzt, ſo daß ein immer gleicher Waſſerſtand in demſelben erhalten wird. Das Speiſewaſſer befindet ſich in einem weiter unten zu beſchreibenden Munitionswagen, von welchem es den Saugröhren der beiden Druckpumpen durch zwei Schleiche zugeführt wird. Dieſe Schläuche beſtehen aus ſpringfederartig geſchlagenen hohlen Drathcylindern, welche mit Fiſchhaut und Leder waſſerdicht überzogen ſind. Die Elaſticität dieſer Schläuche iſt nöthig, um den Spielraum zu geſtatten, welcher beim Beginn der Bewegung und beim Anhalten zwiſchen der Maſchine und dem Munitionswagen entſteht. Die beiden Enden der Schläuche enden in meſſingene Büchſen, welche mit Schraubengewinden verſehen ſind, wodurch die Verbindung derſelben auf der einen Seite mit den Ausflußröhren des Waſſerbehälters, auf der andern Seite mit den Saugröhren der Druckpumpe bewerkſtelligt wird. Nahe am Ende dieſer Saugröhre, welche zunächſt durch ein Hängeband h Fig. 125 unterſtützt wird, befindet ſich ein Hahn in derſelben, der, vermittelſt eines vertikal aufſteigenden Schlüſſels durch den Maſchieniſten mehr oder weniger geöffnet, oder ganz verſchloſſen werden kann, um den Waſſerzufluß zur Pumpe zu reguliren, oder ganz abzuſperren. Von hier aus gehen beide Saugröhren neben dem Aſchenbehälter vorbei zu den Stiefeln der Pumpen, wovon jeder durch zwei Träger dd an den Verbindungsbalken zz feſtgehalten wird. Fig. 135 Taf. XIII. zeigt dieſe Verbindung abgeſondert gezeichnet; ee iſt die Kolbenſtange des Dampfcylinders, mit welcher der Arm f verbunden iſt, der die Kolbenſtange g der Druckpumpen trägt. Dieſe geht zunächſt durch die Stopfbüchſe h und dann in den Pumpenſtiefel i i, in welchem ſie abwechſelnd das Waſſer aus der Saugröhre hineinzieht und

Digitized by Google

durch die enggebogene Röhre in den Keſſel, oder vielmehr in den die Heizkammer umgebenden Waſſerraum ausdrückt. Das Zwiſchenſtück k enthält das Boden-, die Büchſen ii zwei Einlaßventile, welche ſich bei dem Vor- oder Rückwärtsgehen des Pumpenkolbens abwechſelnd öffnen oder verſchließen. Die ſämmtlichen Leitröhren ſind aus ſtarkem Kupferblech zuſammengelöthet, und nur die Zwiſchenſtücke, welche die Ventile und Verbindungsſchrauben enthalten, beſtehen aus Gußmeſſing. Jede der beiden Druckpumpen iſt von ſolcher Capacität, um allein das verdampfte Waſſer im Keſſel erſetzen zu können, ſo daß die andere gewiſſermaaßen nur als Reſerve-Pumpe für den Fall zu betrachten iſt, wenn die wirkende ſchadhaft wird, oder der Waſſerſtand im Keſſel ſich durch einen Zufall tiefer ſenkt, als mit der Sicherheit deſſelben verträglich iſt. In der Regel iſt daher der Waſſerzufluß zu einer Pumpe abgeſperrt, und alſo der äußere Luft der Zutritt verſtattet, was durch Eröffnung des Hahns m geſchieht, der dem Maſchiniſten durch die Stange n zugänglich gemacht iſt. Ohne dieſe Vorſicht würde der Kolben einen luftleeren Raum im Stiefel erzeugen müſſen, und da dieß, abgeſehen von dem unnützen und ſehr bedeutenden Kraftaufwand, nicht vollkommen geſchehen kann, ſo muß nothwendig die Stopfbüchſe ſowohl, als die Verbindungen der Röhren, undicht und zum Wiedergebrauch untauglich werden. Derſelbe Hahn dient auch dazu, um während des Ganges der ſich im Leitrohr etwa ſammelnden Luft den Ausgang zu geſtatten.

Zur Ablaſſung des Waſſers aus dem Keſſel dient die mit dem Hahn c Fig. 123 Taf. XI. verſchloſſne Oeffnung; durch dieſelbe wird der Keſſel auch anfänglich mittelſt einer vorübergehend damit in Verbindung gebrachten Druckpumpe gefüllt.

4. Uebertragung der Bewegung.

Die Zulaſſung der Dämpfe in die Treibcylinder geſchieht in ganz gewöhnlicher Art durch Schiebventile, deren Längen-

Digitized by Google

profil Fig. 125 und 138 Taf. XII. angedeutet iſt. Die Cylinder ſind von Gußeiſen, haben 11 Zoll innern Durchmeſſer, 2 Fuß Länge und liegen horizontal. Ueber jedem derſelben, und mit ihm aus einem Stück gegoſſen, befindet ſich eine Kammer hh, in welche der gebrauchte Dampf tritt, und über derſelben eine zweite, mit einem aufgeſchraubten Deckel verſchloſſen, welche mit dem Dampf im Keſſel durch die Röhre ii in ſtetiger Verbindung ſteht. Aus dieſem letztern Raum gelangt der Dampf durch die Oeffnungen kk über oder unter den Kolben, und treibt denſelben vor ſich her; der auf der andern Seite deſſelben befindliche Dampf entweicht aus derſelben Oeffnung, durch welche er eingelaſſen iſt, nimmt ſeinen Weg durch die Höhlung des Ventils l, geht durch die Oeffnung o in den Raum hh, und aus dieſem durch die Dampfableitungsröhre m in den Schornſtein. Hat der Kolben ſeinen Lauf zur Hälfte vollbracht, ſo beginnt die Verſchiebung der beiden verbundenen Ventile in ſolcher Art, daß am Ende des Hubes der Dampf in dem Cylinder verwechſelt iſt. Die früher verſchloſſene Oeffnung k tritt mit dem Dampf aus dem Keſſel in Verbindung, während die andere k davon abgeſperrt wird, der früher eingelaſſne Dampf entweicht durch die Höhlung des Ventils in den Raum hh und aus dieſem in den Schornſtein. Die auf ſolche Weiſe in Bewegung geſetzte Kolbenſtange geht zunächſt durch eine gewöhnliche Stopfbüchſe r, und wird dann durch zwei, mit ihr verbundne zwiſchen den Gleißen oo Fig. 135 Taf. XIII. ſich bewegende Schlitten genau in horizontaler Richtung erhalten. Die Kolbenſtange endigt mit einem giebelförmigen Ueberwurf, der das Ende der Lenkerſtange pp Fig. 127 Taf. XIII. aufnimmt, durch welche die Bewegung der, mit dem andern Ende derſelben verbundnen, Kurbel an der Treibaxe qq mitgetheilt wird. Beide Cylinderkolbenſtangen wirken in gleicher Art nur in entgegengeſetzter Richtung, und da die beiden Krummzapfen unter einem rechten Winkel gegen einander ſtehen, ſo folgt ein ſtetiges Umdrehen der Axe und der feſt damit verbundenen Treibräder. Die Länge des Kolbenzuges

Digitized by Google

beträgt 18 Zoll, es muß alſo jede Kurbel 9 Zoll Biegung haben.

Die größern Maſchinen mit vier Treibrädern haben dieſelbe Einrichtung, nur ſind die Cylinder größer und haben 18 Zoll Durchmeſſer. Die über die Pfannen hinaus verlängerten Radaxen ſind an ihren Enden mit Krummzapfen verſehen, welche bei je zwei hinter einander folgenden Rädern mittelſt Lenkerſtangen mit einander verbunden ſind, durch welche ein Theil der bewegenden Kraft von der Treibaxe auf die beiden andern Treibräder übertragen wird.

Der Cylinderkolben, welcher Fig. 128. Taf. XIII im größern Maaßſtab gezeichnet iſt, beſteht aus einem dreiarmigen Kern von Gußeiſen a, in deſſen Mitte ſich ein koniſch ausgedrehtes Loch zur Aufnahme der Kolbenſtange befindet; das Ende jedes der drei Arme iſt ebenfalls durchbohrt. Es dienen dieſe Löcher c zur Aufnahme der Schraubenbolzen, welche die Boden- und Deckelplatte des Kolbens, zwiſchen welchen die Metallliederung eingeſchloſſen iſt, mit einander verbinden.

Die Metallliederung beſteht aus zwei concentriſchen Ringen dd von Kupfer, welche ſchräg aufgeſchnitten ſind, damit ſie bei der Abnutzung des äußern ſich ausdehnen können, und einen feſten Anſchluß an die innere Wand des Cylinders behalten. Das Andrücken dieſer Ringe gegen die Cylinderwand geſchieht durch drei ſtarke ſtählerne Druckfedern ee zwiſchen den Armen des Kerns; damit dieſelben ihren gehörigen Platz nicht verlaſſen können, iſt jede auf einen Bolzen geſtreift, der mit einem Ende in den Kern des Kolbens befeſtigt iſt. Um die Federn in der nöthigen Spannung zu erhalten, wenn auch der Ring abgenutzt wird, iſt hinter jeder derſelben, auf dem ſie tragenden Bolzen, eine Schraubenmutter g angebracht, durch deren Anziehung der erforderliche Druck hervorgebracht werden kann.

Die Details der Mittel zur Uebertragung der Kraft des Dampfes auf die Treibräder ſind größtentheils aus den Zeichnungen zu erſehen, ſie unterſcheiden ſich auch nicht von denen

Digitized by Google

der gewöhnlichen Dampfmaſchine, und bedürfen daher keiner nähern Beſchreibung, indem ſie als bekannt vorausgeſetzt werden dürfen. Eigenthümlicher iſt dagegen die Art der Verbindung dieſer einzelnen Theile mit dem Körper, oder dem Geſtell der Maſchine.

Die Cylinder nehmen die ganze Länge der vordern, unter den Rauchröhren befindlichen Kammern ein, in deren Wände die korreſpondirenden Löcher für die innern Oeffnungen eingeſchnitten ſind. Beide Verſchlüſſe oder Deckel der Cylinder befinden ſich außerhalb der Wandflächen gedachter Kammer, von welcher ein koncentriſcher Ring ſich zwiſchen dem Rand des Cylinders und dem des Deckels eingeſchloſſen findet, wodurch erſtern ein ſehr feſtes Lager verſchafft wird. Dieſe vordere Kammer iſt mit der hintern durch die ſchon erwähnten vier Langſchienen z z verbunden, deren jede eine die Hauptaxe umfaſſende Büchſe p p trägt. Eine ſolche, aus zwei Theilen beſtehende Büchſe kann, nach Maaßgabe der Abnutzung, durch die beiden in Schrauben endigenden Keile q q zuſammen gezogen werden. Damit hierdurch nicht etwa die Backen, welche die Büchſe tragen, auseinander gedrückt werden können, ſind dieſelben durch den Schraubenbolzen r in der richtigen Entfernung mit einander verbunden. Um indeſſen durch dieſe Befeſtigung der Treibaxe die Wirkung der Federn auf die Maſchine nicht aufzuheben, iſt die Einrichtung getroffen, daß das Zapfenlager p p ſich zwiſchen der Leitung q q vertikal auf und nieder bewegen kann, zu welchem Ende die Lager p p mit zwei vertikalen Ruthen verſehen ſind, in welche die entſprechenden Vorſprünge der Leitung q q eingreifen. Auf dieſe Weiſe ſind daher, unbeſchadet der Wirkung der Federn, die Angriffs- wie die Stützpunkte der Kraft unverrückbar verbunden, ſo daß, wenn die Lager der Verbindungs- oder Lenkerſtangen und die Treibaxe immer gehörig angezogen werden, die Krummzapfen keine Stöße zu erleiden haben. Um das Löſen dieſer Schließkeile während der Bewegung möglichſt zu verhindern, werden dieſelben noch, nachdem ſie angezogen ſind, durch Stahlſchrau-

den feſtgeſtellt. Die horizontale Leitung der Kolbenſtangen iſt ebenfalls an je zwei der Verbindungsſchienen zz angebracht, wie Fig. 127 im Grundriß und Fig. 128 in der Anſicht zeigen.

Die Leitung beſteht aus zwei, durch die Zwiſchenbolzen oo genau parallel geſtellten Schienen, deren innere Flächen ganz eben polirt ſind, und zwiſchen welchen ſich der genau paſſende Schlitten aus Stahl bewegt. An der Unterkante jeder der vier Verbindungsſchienen befinden ſich vier horizontale, mit Löchern verſehene Vorſprünge, an welche die obere Schiene der Leitung angebolzt wird, und zwar an den Enden mittelſt der ſchon erwähnten Stellbolzen oo, in der Mitte durch kleinere Schraubenbolzen, deren Köpfe in der obern Leitſchiene verſenkt und mit polirt ſind. Damit die untere, 20 Zoll lang freiliegende, Leitſchiene ſich nicht durchbiegen kann, iſt ſie in der Mitte bogenförmig nach unten verſtärkt.

Man hat die Erfahrung gemacht, daß die eigenthümliche rüttelnde Bewegung dieſer Maſchinen den Schraubenmuttern, durch welche der Verband bewirkt wird, eine ſtarke Neigung giebt, ſich zu löſen. Dieß kann aber auf den Gang der Maſchine nur ſehr nachtheilig wirken, ja Gefahr herbeiführen, weshalb die Abſtellung dieſes Uebelſtandes dringend nöthig war. Das Mittel welches man angewendet hat, iſt einfach und entſpricht dem Zweck vollkommen. Die Schraubenmuttern, aller wichtigern Maſchinentheile, aus deren Lockerwerden nämlich Nachtheil oder Gefahr entſtehen könnte, werden jetzt durch Stahlfedern feſtgeſtellt, zu welchem Ende die Muttern auf ihren untern Flächen mit einem kreisrund vorſpringenden und gezahnten Abſatz verſehen werden, in deſſen Vertiefungen das in einem Knopf auslaufende Ende der Feder eingreift. Fig. 132 Taf. XIII. zeigt die Feſtſtellung der beiden Schraubenmuttern an einer Büchſe der Steuerungsaxe durch eine Doppelfeder.

Digitized by Google

5. Steuerung.

Auf dem glatt abgedrehten Theil der Treibaxe, zwiſchen beiden Krummzapfen, befinden ſich, in Form einer verſchiebbaren Büchſe, zwei unter einem rechten Winkel gegeneinanderſtehende excentriſche Scheiben Fig. 134, durch welche die Steurungsſtangen der beiden Cylinder in Bewegung geſetzt werden. Die kupferne Büchſe beſteht aus zwei, der Länge nach geſchiedenen, Theilen a a Fig. 129 und 134, wodurch das Aufbringen derſelben auf die Axe möglich wird, indem die auf beiden Seiten befindlichen Krummzapfen ein Aufſtreifen verhindern. Verbunden ſind beide Theile, außer den Döbeln d d Fig. 129, durch drei Ringe Fig. 127, davon zwei mit den Steurungsſtangen verbunden ſind, der dritte aber zwiſchen beiden angebracht iſt, und einen, weiter unten zu bezeichnenden Zweck hat. An jeder Seite der Büchſe iſt eine der Axe koncentriſche Stahlſcheibe b Fig. 129 und 134 angeſchraubt, welche, um ſie aufbringen zu können, ebenfalls aus zwei Stücken beſteht. Die innere Oeffnung der Büchſe iſt ſehr wenig weiter als der Theil der Axe, auf welchem ſie ſitzt, ſo daß eine Verſchiebung der erſtern mit Leichtigkeit geſchehen kann. Auf der Axe, und zwar zu beiden Seiten der Büchſe, befinden ſich zwei Ringe c c Fig. 134 von denen einer Fig. 130 im Grundriß gezeichnet iſt. Vermöge des Charniers a läßt ſich derſelbe öffnen, und auf die Axe bringen, woſelbſt er durch die Schraube b feſtgeſpannt und durch die Stellſchraube c in der richtigen Lage erhalten wird. — An dem einen verlängerten Blatt d dieſes Ringes befindet ſich ein Vorſprung f Fig. 134, welcher, wenn die Büchſe dagegen geſchraubt wird, in ein entſprechendes viereckiges Loch c der Stahlſcheibe Fig. 129 eingreift und dieſer die Bewegung der Axe mittheilt.

Die Steurungsſtange hat die gewöhnliche Einrichtung und unterſcheidet ſich nur dadurch von der an ſtehenden Maſchinen, daß ſie mit dem, die excentriſche Scheibe umfaſſenden Ringe durch ein Charnier i verbunden iſt, wodurch

beim Seitwärtsverſchieben der Büchſe eine Klemmung des gedachten Ringes auf der excentriſchen Scheibe verhindert wird. Sie umfaßt mit dem an ihrem andern Ende befindlichen Bügel einen Bolzen p Fig. 137, der das Ende des gabelförmigen Hebelarms a verſchließt. Durch dieſen, von der Steurungsſtange in Bewegung geſetzten, Hebel wird der Steurungsaxe b eine drehende Bewegung mitgetheilt, welche ſie auf den unter der Ventilſtange c befindlichen Hebel d überträgt. Dieſe Ventilſtange muß, da ſie zur Vermeidung von Dampfverluſt durch die Stopfbüchſe geht, eine durchaus geradlinige Bewegung annehmen, in welcher Richtung ſie durch die Leitung in Büchſenform e, die mittelſt eines Blattes f an die Keſſelwand geſchraubt iſt, erhalten wird. Das obere Ende des Hebels d, durch welches die Ventilſtange in Bewegung geſetzt wird, beſchreibt einen Bogen, und da letztere, wie oben gezeigt iſt, ſich nur in gerader Linie bewegen kann, ſo iſt eine feſte Verbindung beider Theile nicht möglich. Die Ventilſtange iſt daher zwiſchen ihren Richtpunkten mit einem kleinen viereckigen Rahmen verſehen, in welchem das walzenförmig gearbeitete Ende des Hebels d ſich frei bewegt und ein Hin- und Zurückſchieben der Ventilſtange bewirkt. Die Oeffnung in dieſer Stange hat eine etwas größere Länge, als zur Aufnahme des Hebelkopfes erforderlich iſt, ſo daß keine fortwährende Bewegung der Ventilſtange ſtattfindet, ſondern dieſe im Augenblick des Wechſels im Kolbenlauf ſchnell verſchoben wird. Hieraus ergiebt ſich der große Vortheil, daß die Oeffnungen im Cylinder zum Ein- und Auslaſſen des Dampfes gleich vom Anfang der Bewegung an gänzlich geöffnet ſind, und die volle Kraft des Dampfes auf den Kolben wirkt. Durch eine angemeſſene Entfernung der beiden Schiebeventile von einander, welche ſich durch eine ſie verbindende Schraube mit doppelten entgegengeſetzten Gängen l Fig. 125 ſtellen läßt, kann deſſen ungeachtet das Expanſionsprincip in Anwendung gebracht werden, wie es auch in der Regel bei Lokomotivmaſchinen geſchieht.

Digitized by Google

Sowohl um die Maſchine in Gang zu bringen, als denſelben nach Umſtänden zu verändern, iſt es nöthig, die Schiebeventile außer Verbindung der Treibaxe bringen zu können; dazu dient die Fig. 5 und 15 gezeichnete Vorrichtung. Durch einen Fußtritt auf den langen Arm des Winkelhebels h, welcher ſich auf der linken Seite vom Stand des Maſchiniſten befindet, wird die Stange kk, und dadurch der mit der Axe l verbundene Hebelsarm m angezogen. Die beiden nach unten gerichteten Hebelsarme nn, welcher die Axe zweier verbundenen beweglichen Walzen oo tragen, werden dadurch gedreht und die Walzen gehoben. Dieſe befinden ſich unter den Steurungsſtangen, welche daher mit ihnen ſo weit gehoben werden, daß ihre Bügel den Bolzen p der Hebel aa an der Steueraxe verlaſſen, wodurch die Verbindung zwiſchen Steuerung und Hauptaxe aufgehoben wird, wie dieſes die punktirten Linien der Fig. 137 näher nachweiſen. Sobald der Druck auf den Winkelhebel h aufhört, ſenken ſich die Walzen wieder, und mit ihnen die Steurungsſtangen, deren Bügel wieder die Bolzen p des Hebelarms a umfaſſen. Dieſes Eingreifen zu ſichern, iſt dem Ende jeder Steuerungsſtange ein ſchweres Gewicht q angehangen.

Sobald auf vorbeſchriebene Weiſe die Verbindung der Ventile mit den excentriſchen Scheiben aufgehoben iſt, müſſen erſtere durch den Maſchiniſten in Bewegung geſetzt werden, wozu folgende Vorrichtungen angebracht ſind. Die beiden Steurungsaxen bb ſind nach der Außenſeite der Maſchine verlängert, jede trägt auf dieſer Verlängerung einen zweiarmigen Hebel ss, deſſen gabelförmig aufgeſchlitzte Enden zwei Zugſtangen tt aufnehmen, welche neben dem Keſſel ſchräg anlaufend, zum Stand des Maſchiniſten gehen, wo ſie auf gleiche Weiſe mit zwei Doppelhebeln verbunden ſind, die ſich, wie Fig. 123 u. 124 Taf. XI und Fig. 127 u. 137 Taf. XIII zeigen, auf den beiden Enden einer Handſteuerungsaxe rr befinden. Dieſe Axe beſteht aus zwei Theilen, welche ſich in entgegengeſetzter Richtung bewegen müſſen, wie es die Ventile der Cylinder erfordern. Fig. 136 Taf. XIII zeigt

Digitized by Google

den Längendurchſchnitt dieſer Axe, in deren paſſender Aushöhlung des einen Theils der andere ſich in beliebiger Richtung drehen kann. Jeder dieſer für ſich beweglichen Arentheile iſt mit einem aufwärts gebogenen Hebelsarm u verſehen, der in einem horizontalen Handgriff endigt. Wenn daher der Maſchiniſt mit jeder Hand einen Griff umfaßt, und die Hebelsarme abwechſelnd anzieht und wegſtößt, ſo werden dadurch die Ventile in gleicher Art geöffnet und verſchloſſen, unabhängig von der Bewegung der ganzen Maſchine, welche damit erſt hervorgebracht wird oder verändert werden kann. Der Maſchiniſt hat hiernach die Steuerung ganz in ſeiner Gewalt, und es iſt erſichtlich, daß er dadurch auch in den Stand geſetzt iſt, die Maſchine eben ſo wohl vorwärts, als rückwärts laufen zu laſſen, je nachdem er den Zutritt des Dampfes über oder unter die Cylinderkolben dirigirt. Damit dieſes aber auch im ſchnellſten Lauf der Maſchine geſchehen kann, wo der richtige Zeitpunkt zur Verwechslung nicht wohl zu treffen iſt, ſind beſonders zu dieſem Zweck dienende Vorrichtungen mit derſelben verbunden, welche aus dem Grundriß und Längenprofil Taf. XII u. XIII deutlich zu erſehen ſind. Es iſt früher ſchon erwähnt, daß auf jeder Seite der verbundenen excentriſchen Scheiben ſich ein mit der Treibaxe feſt verbundner Ring c, Fig. 127 und 134 befindet, welcher vermöge eines Vorſprungs f in das Loch c Fig. 129 der mit der Büchſe verbundenen Scheibe b eingreift, und dieſer die Bewegung der Axe mittheilt. Die eingreifenden Vorſprünge der beiden feſten Ringe ſtehen einander aber nicht gegenüber, ſondern ſind um eine Viertel-Umdrehung verſetzt. Wird daher die Büchſe mit den excentriſchen Scheiben von dem einen Kranz gelöſt und mit dem andern verbunden, ſo nehmen die Ventile eine der frühern Folge gerade entgegengeſetzte Bewegung an, welche ſich dann auch den Kolben und der ganzen Maſchine mittheilt. Die Verſchiebung von einem Treibring zum andern geſchieht durch die horizontale Drehung des doppelarmigen Hebels o o Fig. 127, deſſen Drehpunkt, wie Fig. 123 Taf. XI zeigt, ſich an dem äußern

Mantel der Heizkammer befindet und deſſen längerer, mit einem Handgriff verſehener, Arm dem Maſchiniſten zugekehrt iſt. Dieſer Arm ruht auf einer das Geländer mit dem Mantel der Heizkammer verbindenden Stange w Fig. 127, welche mit zwei Einſchnitten verſehen iſt. Je nachdem der Hebelsarm nun ſo gedreht iſt, daß er in den einen oder andern Einſchnitt gelegt werden kann, zeigt dieſes an, daß die excentriſchen Scheiben mit einem der feſten Kränze c c verbunden, und die Steurungsſtangen in Thätigkeit ſind. Um alſo dem Gang der Maſchine eine entgegengeſetzte Richtung zu geben, iſt nichts weiter erforderlich, als den Hebelsarm aus dem Einſchnitt zu heben, in welchem er ſich befindet, und ihn ſo weit fortzuſchieben, bis er in den andern Einſchnitt fällt.

Der kurze Arm des Hebels v v iſt nämlich mit dem langen Arm eines aufrecht ſtehenden doppelarmigen Hebels e e Fig. 123 verbunden, deſſen Drehpunkt ſich bei 1 befindet, und deſſen kürzerer, am Ende gabelförmig aufgeſchlitzter, Arm den Kopf der Axe f f Fig. 127 umfaßt. Auf dieſer Axe iſt ein Arm y befeſtigt der ebenfalls gabelförmig ausläuft und in die beiden Ohren a a des Ringes Fig. 131 eingreift, der ſich auf der Büchſe zwiſchen den beiden excentriſchen Scheiben befindet. An der einen Ringhälfte befindet ſich außerdem noch ein Dorn b, welcher rückwärts in ein entſprechendes Loch des Arms y eingreift, und dieſer daher auf eine dreifache Art mit dem Ring verbunden iſt. Durch die Bewegung des horizontalen und des vertikalen Hebels kann die Axe x x ſo weit verſchoben werden, daß vermöge des Arms y die Büchſe von dem einen Kranz c abgelöſt und mit dem andern i verbunden wird, was die oben bemerkte Verwechſelung der Bewegung zur Folge hat.

6. Räder, Axen und Büchſen.

Die Maſchine, ſowohl die leichtere als die ſchwerere, ruht auf 6 Rädern, erſtere hat 2 Treibräder von 5 Fuß, und 4 Unterſtützungsräder von 3½ Fuß Durchmeſſer, letztere

Digitized by Google

hat vier, je zwei durch Lenkerſtangen verbundene Treibräder von $4\frac{1}{2}$ Fuß, und 2 Unterſtützungsräder von $3\frac{1}{4}$ Fuß Durchmeſſer. Die großen Räder ſind mit 20, die kleinen mit 12 verſetzten Speichen verſehen. Die Naben der großen Räder haben 18 Zoll, die der kleinen 12 Zoll Durchmeſſer und beſtehen aus Gußeiſen. Den Kranz bilden zwei koncentriſche Ringe, von denen der eine aus Guß-, der andere aus gewalztem Eiſen beſteht. Die gemeinſchaftliche Breite beider beträgt bei den Treibrädern 6, bei den Unterſtützungsrädern $4\frac{1}{2}$ Zoll. Der gußeiſerne Kranz iſt $2\frac{2}{3}$ Zoll ſtark.

Er iſt nicht maſſiv, ſondern mit einer koncentriſchen Ruthe verſehen, die nach Fig. 126 mit Holz ausgefüttert iſt. Räder von ſo bedeutender Größe würden, in einem Stück gegoſſen, dem Zerbrechen zu ſehr ausgeſetzt ſeyn, weshalb bei denſelben der innere Reif des Rades, ſo wie die Nabe, aus abgeſonderten Gußtheilen beſtehen, welche durch hohle ſchmiedeeiſerne Speichen mit einander verbunden ſind. Der Guß geſchieht in Formen, welche die fertigen Speichen ſchon enthalten, deren vorſpringende Enden von der fließenden Eiſenmaſſe umgeben nnd nach deren Erkaltung feſtgehalten werden. Eine ſolche Verbindung würde indeſſen, wenn alle Speichen in einer Ebene lägen, deren Nabe noch keine vollkommen feſte Stellung im Kranz ſichern, weshalb dieſelben, wie Fig. 126 zeigt, eine ſchräge Richtung erhalten, in der Art, daß eine von der innern Kante des Kranzes nach der äußern der Nabe gehende Speiche mit einer, die äußere Kante des Kranzes mit der innern der Nabe verbindenden Speiche abwechſelt, wodurch eine Verſtrebung erzeugt wird, die der ganzen Verbindung des Rades, beſonders aber der Stellung der Nabe, eine große Feſtigkeit verleihet. Das in der erforderlichen Form gewalzte und zuſammengeſchweißte Band wird im erhitzten Zuſtand auf den gußeiſernen Kranz aufgetrieben, und drückt ſich bei ſeiner Zuſammenziehung während der Erkaltung ſehr feſt auf denſelben. Um aber eine Ablöſung dieſes Bandes gänzlich zu verhindern, wird es durch mehrere Bolzen, deren Köpfe in der Bahnfläche

Digitized by Google

verſenkt ſind, auf den gegoſſenen Kranz feſtgenietet, worauf das Rad auf die Drehbank gebracht und vollkommen rund und glatt gedreht wird.

Die Treibräder ſowohl als die Unterſtützungsräder ſind in dieſer Art konſtruirt, nur mit dem Unterſchied, daß die Bahn der erſtern bei den kleinern Maſchinen rein walzenförmig iſt, während die der letztern mit einem Spurkranz verſehen iſt, der dem Bandeiſen ſchon beim Auswalzen ertheilt, und beim Abdrehen nur rund und glatt gemacht wird. Das Loch in der Nabe wird noch vor dem Abdrehen des Kranzes genau rechtwinklich auf der Radfläche nachgebohrt, und in daſſelbe die ganz ſcharf paſſende Axe durch ſtarke Hammerſchläge eingetrieben. Nabe und Axe werden dann durch einen ſtählernen Bolzen verbunden, der in ein zur Hälfte in die Nabe gebohrtes Loch getrieben wird. Die Axen der Treibräder haben einen Durchmeſſer von 4½, die der andern von 4 Zoll; ſie beſtehen aus geſchmiedetem Eiſen, und diejenigen Theile derſelben, welche eine Reibung zu erleiden haben, ſind genau rund abgedreht, eingeſetzt und glatt polirt.

Die Büchſen beſtehen, nach Fig. 126, aus einfachen meſſingenen Pfannen, deren Obertheile mit ihren halbrunden Aushöhlungen auf den Zapfen der Axe ruhen. Jn der Oberfläche jeder Büchſe befindet ſich eine Vertiefung, die zur Aufnahme des Oeles zum Schmieren dient, welches vermittelſt zweier Oeffnungen zum Zapfen der Axe gelangen kann; in dieſem Steg befindet ſich ein rundes Lager, welches zur Aufnahme des Fußes einer Stange dient, welche mit einem oben angebrachten Bügel die zugehörige Druckfeder umfaßt und mit der Büchſe verbindet, wie Fig. 123, 124 und 126 zeigen. Zur Vermeidung von Oelverluſt und Abhaltung des Staubes iſt der Axenzapfen auch von unten durch ein Pfannenſtück geſchloſſen, welches mit ſeiner halbkreisförmigen Aushöhlung gegen den Untertheil des Zapfens angedrückt, und durch zwei Bolzen mit dem obern Lager verbunden wird. Daß dieſe Büchſen ſich zwiſchen den Leitungen

der verbundenen Bodenſtücke in vertikaler Richtung frei auf und nieder bewegen können, um den Wirkungen der Federn den nöthigen Spielraum zu geſtatten, iſt früher ſchon angeführt worden.

7. Vorrichtungen zum Schmieren.

Dieſelben ſind mit allen den Theilen der Maſchine in Verbindung gebracht, welche außer der allgemeinen fortgehenden eine beſondere Bewegung machen, und zur Verminderung der Reibung geſchmiert werden müſſen; dahin gehören insbeſondere die Zapfen der ſämmtlichen Räderaxen, der Steuerungswellen und Lenkerſtangen, die Leitung für geradlinige Bewegung der Kolben- und Ventilſtangen, ſo wie die excentriſchen Scheiben mit Zubehör. Zum regelmäßigen Gang der Maſchine, mithin auch zur Vermeidung aller Stöße, iſt es durchaus erforderlich, daß alle Zapfen genau von ihren Büchſen umſchloſſen werden, und dieſes ſcharfe Anſchließen macht die Anwendung eines flüſſigen Fettes zum Schmieren der reibenden Maſchinentheile nöthig, weshalb in der Regel das feinſte Knochenöl dazu angewendet wird.

Das Oel zum Schmieren der Zapfen an den Räderaxen befindet ſich in einem verdeckten Behälter über der Pfanne, aus welchem es durch zwei Löcher zum Zapfen ſelbſt gelangen kann. Damit das Oel nicht ſogleich wieder unten abtröpfeln kann, iſt die Büchſe mit einem Untertheil verſchloſſen, welcher es auffängt und der Axe wieder mittheilt. Zum Schmieren der Zapfen an den Lenkerſtangen und der Steuerungsaxe, ſo wie der Leitung für die Stangen der Cylinderkolben, der Schiebeventile und der Druckpumpenkolben ſind über denſelben kleine meſſingene Büchſen angebracht, in welchen ſich das Oel befindet, deren jede mit einem Deckel verſehen iſt, welcher durch eine Feder verſchloſſen wird. Dieſe reibenden Theile erfordern zwar nur eine geringe, aber unausgeſetzte Schmierung, weshalb ihnen das Oel tropfenweis auf folgende Art zugeführt wird.

Digitized by Google

In der Mitte des kleinen Oelbehälters iſt eine enge Röhre durch den Boden geführt, welche ſich wenig über der Oberfläche des Oels erhebt, und mit ihrem Untertheil in das zu treffende Schmierloch geſteckt wird. Das Ende eines gewöhnlichen in Oel eingetauchten Lampendochts iſt in die obere Oeffnung der gedachten Röhre geführt, und in derſelben etwas tiefer, als der Boden des Behälters hinunterhängt. Durch Capillarität zieht ſich das Oel im Docht aufwärts, fällt von demſelben tropfenweis durch die Röhre nieder ins Schmierloch, und gelangt durch daſſelbe zu der reibenden Fläche.

Der Theil der großen Treibaxe, auf welchem ſich die Büchſe mit den excentriſchen Scheiben hin und her ſchieben läßt, wird nur gelegentlich geſchmiert, da ein Wechſel der Richtung nur ſelten vorkommt, und man durch fortwährendes Schmieren viel Oel verſchwenden würde. Zu dieſem Ende iſt neben dem Keſſel, Fig. 123 Taf. XI. eine Oelbüchſe f angebracht, von welcher eine ſehr enge Röhre nach der bezeichneten Stelle der Axe führt. Dieſe Röhre iſt mit einem, dem Maſchiniſten zugänglichen Hahn verſchloſſen, welchen derſelbe auf kurze Zeit öffnet, wenn die Axe geſchmiert werden ſoll.

Das Schmieren der Cylinderkolben hält man ſchon längſt für überflüſſig, und es würde noch mehr bei einer horizontalen Lage der Cylinder ſeyn, weshalb auch keine Vorrichtungen zu dieſem Zweck angebracht ſind. Die Stopfbüchſen der Dampfcylinder und die Druckpumpen werden dagegen in der oben beſchriebenen Art geſchmiert, indem dieſelben durch ihren Rand gebohrt ſind, und auf jedem dieſer Schmierlöcher eine der eben beſchriebenen Oelbüchſen aufgeſetzt iſt. Der lange Verbindungszapfen der beiden Theile, aus welchen die Handſteurungsaxe beſteht, wird durch mehrere in der Hülſe angebrachte Löcher, Fig. 136 aus freier Hand geſchmiert.

Digitized by Google

8. Der Munitionswagen

iſt durch die erſten vier Figuren 139, 140 (Taf. XII.) und Fig. 141 und 142 (Taf. XIII.) in der Seitenanſicht, im Grundriß und im Längenprofil dargeſtellt[1]). In ähnlicher Art, wie die Maſchine, wird das aus einem hölzernen verſtrebten Rahmen beſtehende Geſtell des Wagens durch Druckfedern getragen, welche auf den Büchſen der Radaxen ruhen. Die Räder, Axen, Büchſen ſind übrigens eben ſo konſtruirt, wie dieſelben Stücke bei der Maſchine. Ueber dem Rahmen erheben ſich auf dem äußerſten Rand deſſelben vier Wände, welche mit dem Belag auf erſteren einen Kaſten bilden, der zur Aufnahme des Brennmaterials beſtimmt iſt, und deſſen niedriger als der Stand des Maſchinenwärters liegender Boden mit dieſem durch eine ſchräge Fläche in Verbindung gebracht iſt. Ueber dem Kohlenkaſten befindet ſich der Waſſerbehälter von ſtarkem Eiſenblech, welcher, wie der Grundriß zeigt, drei Seiten des Wagengeſtelles einnimmt, die vierte, der Maſchine zugewendete offen laſſend, um zu den Kohlen gelangen zu können. Der hintere Theil des Waſſerkaſtens iſt etwas erhöht, und in der Oberfläche mit drei Klappen verſehen. Die mittlere verſchließt die Oeffnung zur Einnahme des Waſſers, während die beiden andern zweien Kaſten angehören, in welchen verſchiedene Geräthſchaften aufbewahrt werden.

An den beiden nach Innen gekehrten Längenwänden des Waſſerkaſtens ſind zwei kupferne Ausflußröhren a angebracht, deren jede mit einem Hahn b verſchloſſen werden kann. Die untern Enden dieſer beiden Röhren werden mittelſt Schraubenmuttern mit den beiden früher erwähnten elaſtiſchen Schläuchen verbunden, welche das Waſſer zu den Druckpumpen führen.

---

[1]) Der Maaßſtab zu dieſem Munitionswagen iſt derſelbe wie der zu Fig. 83 — 95 Taf. IX.

Die Verbindung des Munitionswagens mit der Maſchine geſchieht durch die Zugſtange, welche den mittleren Theil einer Druckfeder umfaßt, deren Enden mit den beweglichen Bolzen cc verbunden ſind, und deren Stellung durch die Kette dd fixirt wird. Dieſe Feder hat den Zweck, die ſonſt unvermeidlichen Stöße beim Anziehen der Maſchine zu verhindern, welche dieſen Wagen beſonders nachtheilig ſeyn würden.

Die Räder dieſes Wagens können gebremſt werden, um die Beſchleunigung beim Niedergang auf ſchiefen Ebenen zu mäßigen, oder ganz aufzuheben. Die Bremsvorrichtung beſteht aus zwei Holzklötzen ee, welche auf den entgegengeſetzten Seiten der äußerſten Enden zweier, auf der Axe ff befeſtigten, Hebelsarme angebracht ſind. Mit derſelben Axe, welche von den am Rahmen befeſtigten Lagern g umfaßt und gehalten wird, iſt der Hebelsarm h feſt verbunden, durch deſſen Aufziehen oder Niederlaſſen die Holzſtücke feſt gegen die Radkränze gedruckt oder davon abgelöſt werden.

Das Anziehen dieſes Hebels geſchieht durch die mit dem äußerſten Ende deſſelben verbundene, Zugſtange ii, deren oberes Ende mit einem Schrauben-Gewinde verſehen, und durch das Loch eines am Waſſerkaſten angebrachten Steges k geſteckt iſt. Vermittelſt Umdrehung einer mit der Kurbel l verbundenen Schraubenmutter kann das Anziehen und Löſen dieſes Hebels durch den Heizer bewirkt werden, bei deſſen Stand die Kurbel ſich befindet.

Alle nicht polirten Eiſen-, ſo wie auch die ſämmtlichen Holzflächen des Munitionswagens ſowohl, als der Maſchine, werden zur mehreren Konſervation mit Oelfarbe angeſtrichen.

9. Effekt der Maſchine.

Derſelbe iſt bei einer und derſelben Maſchine ſehr verſchieden, da er bei größern Geſchwindigkeiten ſowohl, als durch eine ſchlechte Beſchaffenheit des Schienenweges ſehr vermindert wird. Außerdem hängt derſelbe vom Gewicht der Maſchine und den Neigungen der Eiſenbahn ab.

Digitized by Google

Die Adhäſion der Treibräder mit den Schienen iſt es einerlei, durch welche überhaupt eine Fortbewegung bewirkt wird, und dieſe wechſelt, wenn nur zwei Treibräder vorhanden ſind, auf welchen $^2/_3$ des ganzen Gewichts ruhen, je nachdem die Schienen rein und ganz trocken oder ganz naß, oder mit Schmutz bedeckt ſind. Es iſt daher gebräuchlich, $^1/_{20}$ des Gewichts der nur mit zwei Treibräder verſehenen Maſchine für die Adhäſion in Rechnung zu bringen, in welcher Vorausſetzung dieſelbe noch bei einem ſehr ſchmutzigen Zuſtand der Schienen die entſprechende Laſt fortzubewegen vermag, ohne daß die Treibräder ausgleiten.

Die Kraft der Maſchine innerhalb der durch die Adhäſion der Treibräder bedingten Grenze hängt von der Stärke des Dampfdruckes und der Weite der Cylinder ab. Der Dampf wird bei dieſer Maſchine gewöhnlich auf eine Höhe geſpannt, welchem einem Druck von 50 Pfunden auf dem Quadratzoll Keſſelfläche entſpricht; die Wirkung dieſes Druckes auf die Kolbenfläche iſt aber aus verſchiedenen Gründen weit geringer, denn:

1) verliert der Dampf ſehr an Spannung bevor er durch mehrere gebogene Röhren und enge Ventilöffnungen in den Cylinder gelangt;
2) findet auf der entgegengeſetzten Seite des Kolbens ein bedeutender Gegendruck ſtatt, welcher durch den daſelbſt befindlichen Dampf veranlaßt wird, und deſſen ſchnelle Austreibung eine gewiſſe Kraft erfordert;
3) weicht der Kolben ſchon mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit vor dem Dampf aus, ſo daß dieſer nur mit einem Theil ſeiner Kraft auf erſtern wirken kann.

Dieſer letztere Umſtand iſt es hauptſächlich, welcher bei bedeutenden Geſchwindigkeiten den Effekt der Maſchine ungemein vermindert und zwar in einem ſtärkern Verhältniß, als eine bloße Reduktion der mechaniſchen Momente ergiebt. Von dieſer ſchon ſehr verminderten Kraft, wird nun ein nicht unbedeutender Theil noch zur Ueberwindung der Reibung an den ſich bewegenden Maſchinentheilen erfordert, und erſt

der übrig bleibende Theil iſt als wirkliche Nutzkraft zu betrachten.

Die Werthe aller dieſer Gegenwirkungen haben einzeln genommen noch nicht vollſtändig ermittelt werden können, und man hat ſich daher begnügen müſſen, dieſelben aus dem Effekt der Maſchine bei verſchiedenen Geſchwindigkeiten rückwärts ſumariſch herzuleiten. Wood hat in ſeinem Werk on Railroads sec. edition, Seite 418 und 419 zwei Tafeln mitgetheilt, aus welchen die in der anliegenden Ueberſicht enthaltenen, Werthe für den nöthigen Druck auf den Quadratzoll Kolbenfläche, für alle Geſchwindigkeiten der Laſt von 10 bis 20 engliſche Meilen in der Stunde, berechnet worden ſind.

Der Widerſtand der Laſt auf horizontalen Eiſenbahnen beſteht nur in der rollenden Reibung am Umfang der Räder, und der ſchleifenden zwiſchen den Radaren und den Büchſen; beide zuſammengenommen betragen auf guten Schienenwegen $^1/_{200}$ der Laſt, wenn dieſelbe zwiſchen den Rädern, und $^1/_{240}$ wenn dieſelbe außerhalb derſelben auf den Verlängerungen der Axen ruht, welche viel dünner, als dieſe ſelbſt gemacht werden können. Wood hat bei Aufſtellung ſeiner Tafeln $^1/_{224}$ der Laſt als geſammten Reibungswiderſtand angenommen, und kann dieſe Verhältnißzahl um ſo mehr beibehalten werden, als in den Bahnkrümmungen gelegentlich noch eine Seitenreibung entſteht, welche bei dem Verhältniß von $^1/_{240}$ nicht berückſichtigt worden iſt.

Bei Anſteigung der Bahn muß die Laſt noch gehoben werden, wozu eine Kraft erforderlich iſt, welche ſich zur Laſt verhält, wie die Höhe dieſer Steigung zur Länge.

Nach dieſen Grundſätzen ſind in der anliegenden Tafel 1 die Laſten berechnet worden, welche die beſchriebene Maſchine unter den ungünſtigſten Umſtänden, bei verſchiedenen Geſchwindigkeiten und Anſteigungen, fortzuſchaffen im Stande iſt. Bei den hier ermittelten Laſten iſt das Gewicht der Transportwagen mit inbegriffen, und da dieſe durchſchnittlich $^1/_3$ der ganzen, oder Bruttolaſt, ausmachen, ſo ſind $^2/_3$ derſelben als Nettolaſt zu betrachten.

Digitized by Google

Daß bei dieſer Berechnung die ungünſtigſten Verhältniſſe angenommen ſind, und die Maſchine unter allen Umſtänden den, in der Tabelle angegebenen Effekt zu leiſten im Stande iſt, geht aus der Vergleichung mit dem Effekt hervor, der im Kontrakt zwiſchen der belgiſchen Regierung und Herrn Robert Stephenſon feſtgeſtellt iſt. Nach demſelben ſoll dieſe Maſchine im Stande ſeyn:

1) mit Reiſenden (ohne Angabe des Gewichts) 25 bis 30 engl. Meilen,
2) mit Ladung von 50 bis 80 Tonnen Brutto 20 engl. Meilen in einer Stunde auf einer mit 1 in 1000 geneigten Bahn zurückzulegen.

Dieſes iſt das Dreifache des in der Tabelle berechneten Effekts. — Unſeres Wiſſens iſt die Maſchine noch nicht mit dieſer Laſt verſucht worden, ohne Zweifel werden aber im Kontrakt ſtillſchweigend die allergünſtigſten Verhältniſſe der Bahn vorausgeſetzt ſeyn.

Nach demſelben Kontrakt ſollen die größern Maſchinen, deren Cylinder 14 Zoll und deren vier Treibräder jedes 4½ Fuß Durchmeſſer hat, 140 Tonnen Brutto mit einer Geſchwindigkeit von 12 bis 15 Meilen in der Stunde auf einer mit 1 in 1000 geneigten Eiſenbahn befördern können.

(Siehe die beigegebene Tafel).

10. Koſten der Maſchine und des Betriebs.

Nach dem angeführten Kontrakt erhält Stephenſon et Comp.

1) für eine Maſchine, wie die gezeichnete, 1060 Liv. Sterling oder 7420 Thaler,

2) für eine Maſchine mit 4 Treibrädern, 14 zölligen Cylindern uud 120 meſſingenen Röhren durch den Keſſel, 1205 Liv. Sterling oder 8435 Thlr.,

3) für einen Munitionswagen, der für die Maſchine ad 1, 500, für die Maſchine ad 2, 600, oder 80 und 98 Kubikfuß Waſſer faßt, 120 Liv. Sterl. oder 840 Thaler.

Digitized by Google

Als Reſerveſtücke werden für jede Maſchine noch dabei geliefert, eine Haupttreibaxe mit den Krummzapfen, ein paar große Treibräder, zwei excentriſche Scheiben, ein Cylinderkolben, zehn meſſingene Röhren durch den Keſſel.

Die mit dem Munitionswagen zu liefernden Geräthſchaften beſtehen in: einem Satz Schrauben und Splinte, einem großen und kleinen Schraubenſchlüſſel, drei Kaltmeiſſeln, einem Handhammer, einer langen Kette, zwei kurzen Verbindungsgliedern und zwei Oelkannen.

Der Verbrauch an Brennmaterial und Waſſer bei dieſen Maſchinen richtet ſich nach der Dampfkonſumtion, alſo nach der Geſchwindigkeit, mit welcher die Maſchine arbeitet. Erfahrungen mit den Maſchinen Saturn, Etna und Firefly auf dem Liverpool-Manſcheſter Schienenweg (ſiehe Egen in den „Verhandlungen des Berliner Gewerbevereins“ fünfte Lieferung 1834) haben ergeben, daß dieſelben im Durchſchnitt täglich 95 engliſche Meilen, alſo den Weg zwiſchen beiden Städten 3 Mal zurückgelegt haben, was nahe 20 preußiſche Meilen für das Tagewerk einer Maſchine giebt. Bei einer Geſchwindigkeit von 10 engliſchen Meilen in der Stunde ſind alſo $9^1/_2$, und bei einer von 20 Meilen in der Stunde $4^3/_4$ Stunden dazu erforderlich.

Für den erſten Fall müſſen die fünf Fuß im Durchmeſſer haltenden Treibräder in der Stunde 3017 Umdrehungen, folglich jeder Cylinderkolben eben ſo viel Auf- und Niedergänge machen. Der Flächeninhalt beider 11 Zoll im Durchmeſſer haltenden Kolben beträgt zuſammengenommen 190 Quadratzoll, der ganze Weg derſelben während einer Evolution 3 Fuß; es werden alſo in der Stunde 11847,32 Kubikfuß Dampf verwendet. Ein Kubikfuß Waſſer giebt Severin's Beiträge zur Kenntniß der Dampfmaſchinen in der „Abhandlung der Königl. techniſchen Deputation,“ I. 1826. S. 347) auf engliſches Maaß und Gewicht reduzirt, 550,1 Kubikfuß Dampf mit der Spannung von 50 Pfunden auf den Quadratzoll; es müſſen daher in der Stunde 21,5 Kubikfuß Waſſer verdampft werden. Daß die Maſchine im Stande iſt,

Digitized by Google

:n Geſchwindigkeiten undnn.

15.		16.		20.	
3,15		3,36		4,2	
22,00		23,47		29,33	
21,0		22,4		28,0	
4525,71		4827,43		6034,29	
3,77		4,02		5,03	
13,85		12,15		6,93	
2631,50 9920,75		2308,50 9280,17		1316,70 6623,00	
451		395		226	
Engl. Tonn.	Preuß. Ztr.	Engl. Tonn.	Preuuß. Ztrx.	Engl. Tonn.	Preuß. Ztr.
45,10	887,57	39,50	777,365	22,60	444,77
42,71	840,53	37,41	736,449	21,40	421,15
40,56	798,22	35,52	699,689	20,32	399,90
39,24	772,24	34,37	676,493	19,66	386,91
36,85	725,21	32,27	635,658	18,46	363, 9
36,11	710,64	31,63	622,431	18,10	356,21
35,23	693,33	30,8[illegible]	607,[illegible]28	17,66	347,55
34,17	672,47	29,92	588,107	17,12	336,92
32,84	646,29	28,76	565,[illegible]92	16,46	323,93
31,15	613,03	27,28	536,[illegible]83	15,61	307,20
30,11	59[illegible],56	26,37	518,[illegible]02	15,09	296,97
28,91	568,95	25,32	498,[illegible]25	14,49	285,16
27,50	541,20	24,09	474,[illegible]11	13,79	271,19
25,82	508,14	22,61	444,[illegible]02	12,94	254,66
23,79	468,19	20,83	409,[illegible]99	11,92	234,59
21,27	418,59	18,63	366,[illegible]26	10,66	2[illegible]9,79
18,09	356,01	15,84	311,[illegible]05	9,06	178,30
13,92	273,95	12,19	239,[illegible]62	6,98	137,37

Digitized by Google

…ahnen, bei verſchiedenen

… 2 …nd .	Bemerkungen.
1 3 5 6 8 4 8 3 5 6 9 6 2 7 3 9 5 1	Es iſt vorausgeſetzt, daß die Maſchine die ganze in der Tab. 1 berechnete Laſt zieht, davon $^2/_3$ als Nettolaſt zu betrachten ſind; ferner daß bei den Neigungen die Laſt bergan transportirt wird. Müſſen die Maſchinen ohne Ladung und mit leeren Transportwagen zurückfahren; ſo verdoppeln ſich beinahe die Förderkoſten; wird aber nur ein gewiſſer Theil der angenommenen Laſt befördert, ſo verhalten ſich die Koſten umgekehrt wie die Laſten.

Digitized by Google

dieſe und eine noch weit grӧßere Waſſermenge in der Stunde zu verdampfen, zeigt nachſtehende Berechnung.

100 Heitzrӧhren von 1½ Zoll innerm Durchmeſſer 7½ Fuß Länge geben einen Flächenraum von . . . . 287,5 Quadratfuß.

Die Wände der Heitzkammer haben, bei 3⅓ Fuß Länge, einen Umfang von 9⅔ Fuß, Flächenraum . . . . . 32,16 —

= 319,66 Quadratfuß.

Zur Verdampfung eines Kubikfußes Waſſer in der Stunde ſind 8 Quadratfuß der Hitze ausgeſetzte Fläche erforderlich, der Keſſel iſt alſo im Stande 39,96 Kubikfuß Waſſer in der Stunde zu verdampfen.

Zur Verdampfung eines Kubikfußes Waſſer waren bei der erſten Maſchine auf dem Liverpool-Mancheſter Weg erforderlich:

1) beim Phӧnix 12,36 Pfund Coaks
2) „ Rocket 10,83 „ „
3) „ Arrow 10,22 „ „

Die ſpäter auf dieſer Eiſenbahn angewendeten grӧßern Maſchinen verwenden weit weniger Brennmaterial; da aber bei den bekannt gemachten Verſuchen die Maſſe des verdampften Waſſers nicht angegeben iſt, ſo kӧnnen dieſelben hier nicht benutzt, dagegen mit Sicherheit das letzte Reſultat angenommen werden.

In der Stunde werden 21,5 Kubikfuß Waſſer verdampft, es gehӧren alſo dazu 129,73 Pfund Coaks, und im Tag zu 9,5 Stunden = ... 1232,435 Pfd.

Zur Erhitzung des Waſſers, bis der Dampf eine Spannung von 50 Pfd. auf den Quadratzoll erreicht, gehӧren . . . . . . 142,0 „

Während des Stillſtands der Maſchine, den man täglich auf eine Stunde rechnen kann, die Hälfte des Brennmaterials zum Betrieb . . . . 64,865 „

täglicher Coaksverbrauch = 1439,300 Pfd.

Erfahrungen haben gezeigt, daß zur Erzeugung eines gewiſſen Hitzegrades dem Gewicht nach eben ſo viel Kohlen als Coaks erforderlich ſind, und erſtere wegen des geringern Preiſes den Vorzug verdienen würden, wenn ſie ſich zum Brennmaterial bei dieſen Keſſeln mit engen Zugröhren eigneten. Dieſe Röhren werden leicht durch die große Menge Ruß verſtopft, welche die rohen Kohlen bei ihrer Verbrennung abſetzen. Der Zug durch den Roſt wird auſſerdem durch das Zuſammenbacken der fetten Kohlen ſehr geſchwächt, wenn zur Erlangung eines lebhaften Brandes nicht ausſchließlich Stückkohlen angewendet werden. Der Zentner Coaks koſtet auf der Liverpool-Mancheſter Bahn 9 Silbergroſchen, auf der St. Etienner Bahn nur 3⅓ Silbergroſchen, und bei der Wahl geeigneter Kohlen und der Verkoakung im Großen, wird derſelbe in den preußiſchen Kohlenrevieren für höchſtens 9 bis 10 Silbergroſchen verſchafft werden können; die tägliche Ausgabe für das Brennmaterial eines Dampfwagens würde daher in der Grafſchaft Mark und in der Gegend von Stollberg und Eſchweiler bei Aachen betragen

	4 Thlr.	7 Sgr.	— Pf.
Die übrigen Koſten der Betriebskraft ſind:			
1) 5% Zinſen vom Anlagekapital der Maſchine und des Munitionswagens giebt täglich	1 „	11 „	3 „
2) Der Maſchiniſt und der Heitzer erhalten auf der St. Etienner Bahn (Biot Eiſenbahnen Seite 190) .	1 „	22 „	9 „
3) Die Waſſereinnahme koſtet .	— „	28 „	9 „
4) Das Oel zum Schmieren . .	— „	16 „	— „
5) Kleine Reparaturen außer der Werkſtätte	— „	24 „	— „
6) Jährliche größere Reparaturen am Keſſel, dem Feuerraum, den Druckpumpen, Rädern, Kolben, Axen	1 „	27 „	9 „
	11 Thlr.	17 Sgr.	6 Pf.

Transport	11 Thlr.	17 Sgr.	6 Pf.
7) Für die Unterhaltung der Werkſtätte, der Geräthſchaften, Lohn des Aufſehers ꝛc. zu dieſen Reparaturen	— „	17 „	6 „
Dazu kommt noch der Erſatz der Maſchinen durch neue, nach einem ſechsjährigen Gebrauch; das Stück, nach Abzug des Werthes der alten Materialien, mit 420 Rthlr. zu 7800 Rthlr.	4 „	10 „	— „
Summa der täglichen Ausgaben für eine Maſchine	16 Thlr.	15 Sgr.	— Pf.

Bei der Anwendung von Frachtwagen, deren Kaſten auf Federn ruhen, welche 50 Zentner Laſt tragen und 200 Thaler das Stück koſten, beträgt die tägliche Unterhaltung:

1) An Zinſen des Anlagekapitals für 2 Wagen (einer zur Reſerve) und zum Beladen . .	2 Sgr.	— Pf.
2) Die Unterhaltung eines Wagens . . .	2 „	8 „
3) Der Erſatz der abgehenden Wagen nach 6 Jahren	3 „	4 „
4) Schmiere	1 —	— „
Summa der täglichen Koſten eines Wagens	9 Sgr.	— Pf.

Aus der vorher mitgetheilten Tabelle 1 geht hervor, welche Frachten bei gewiſſen Geſchwindigkeiten und Steigungen der Eiſenbahn transportirt werden können. Daraus und aus den vorſtehend ermittelten täglichen Koſten einer Maſchine und eines Laſtwagens iſt die folgende zweite Tabelle berechnet, welche den Preis des Transports für den Centner Netto und Meile unter den erwähnten Umſtänden näher nachweißt.

11. Betrieb des Dampfwagens.

Beim Betrieb ſind der Munitions- und Dampfwagen immer mit einander verbunden; ein Maſchiniſt und ein Heitzer verſehen den Dienſt auf demſelben. Wegen des beim

Digitized by Google

Stillſtand der Maſchine ſehr geringen Zuges im niedrigen Schornſtein währt es lange, bis das Waſſer zum Sieden kommt; gewöhnlich vergeht eine Stunde vom Beginn der Heizung bis der Dampf die erforderliche Spannung erreicht. Aber ſelbſt dann iſt die Dampfproduktion noch ſo gering, daß die Maſchine nicht im Stande iſt, eine andere Laſt als ihre eigene fortzubewegen. Um daher das Feuer und dadurch die Dampferzeugung zu verſtärken, läßt man gewöhnlich die Maſchine einige Zeit ohne Laſt auf der Bahn hin und her gehen, weil erſt durch das Aushauchen des gebrauchten Dampfes ein kräftiger Zug im Schornſtein und dadurch eine ſchnelle Verbrennung des Coaks erzeugt wird. Auf dieſe Weiſe ſteigert ſich allmählig die Hitze bis zu der Höhe, welche erforderlich iſt, den Dampf in derſelben Maſſe, wie er verbraucht wird und mit der nöthigen Spannung, zu produciren; erſt dann werden die Laſtwagen mit der Maſchine verbunden und der Zug iſt zum Abgang bereit.

Nachdem ſich der Maſchiniſt durch eine Meſſung von dem ausreichenden Waſſervorrath im Munitionswagen, und durch die Probirhähne von dem richtigen Stand des Waſſers im Keſſel überzeugt hat, ſetzt er die Maſchine in Bewegung, indem er vermöge eines Fußtrittes auf den Winkelhebel h Fig. 137 die Steurungsſtangen außer Verbindung mit den Steurungswellen ſetzt, und dieſe vermittelſt der beiden Hebel ii und der damit verbundenen Zugſtange tt mit den Händen regiert. Der Dampf wird dadurch abwechſelnd auf beiden Seiten der Kolben geleitet, dieſe wirken durch die Lenkerſtangen auf die Krummzapfen und erzeugen, da dieſe unter einem rechten Winkel gegen einander geneigt ſind, ſo daß der todte Punkt des einen durch den vortheilhafteſten Angriff des andern überwunden wird, eine Umdrehung der Treibräder. Sobald die Maſſe hierdurch in fortgehende Bewegung geſetzt und ein gewiſſer Beharrungszuſtand eingetreten iſt, wird der Fuß vom Winkelhebel weggezogen, die Steurungsſtangen fallen, vermöge der angebrachten Gewichte mit ihren verkröpften Enden zwiſchen den Armen der Steu-

Digitized by Google

rungsaren nieder und umfaſſen die daſelbſt angebrachten Bolzen. Hiermit iſt die Verbindung der Treibare und der Steuerung hergeſtellt, die Maſchine ſteuert ſich nun mitelſt der excentriſchen Scheiben auf der Kurbelwelle ſelbſt. Die langſam beginnende Bewegung des Zuges ſteigert ſich in dem Maaße, als die Aushauchungen des gebrauchten Dampfes in die Rauchröhre häufiger werden, der Zug, die Verbrennung und die Dampferzeugung ſich vermehren. Es erfolgt daher eine fortwährende Beſchleunigung der Bewegung, wenn dieſe nicht durch Anſteigungen der Bahn, ſtarke Krümmungen oder vermehrte Reibungen aufgehoben wird. Wenn daher der Zug einen gewiſſen Grad der Geſchwindigkeit erreicht hat, welchen zu überſchreiten nicht für dienlich gehalten wird, ſo vermindert der Maſchiniſt den Zutritt des Dampfes in die Cylinder, indem er vermittelſt Drehung des Dampfhahnes das Zuleitungsrohr mehr oder weniger verſchließt. Dadurch wird der Lauf des Kolbens verzögert, die Aushauchungen in den Schornſtein erfolgen mehr intermittirend, was auf die Verminderung des Zuges und die Dampferzeugung zurückwirkt. — Auch durch das Oeffnen des Schürlochs wird der Zug ſehr vermindert, wenn die Dampfproduktion ſtärker wird, als die Verwendung, was durch das häufige Heben auf der Kurbelwelle eine Fortbewegung in der entgegengeſetzten Richtung ertheilt wird, und bedarf es hier nur der Bemerkung, daß, bevor dieß geſchieht, das Dampfleitungsrohr ganz verſchloſſen und, wenn es kürzlich nicht geſchehen iſt, durch Oeffnung des Hahns unter dem Oelreſervoir der Theil der Are geſchmiert wird, auf welchem die Büchſe mit den excentriſchen Scheiben verſchoben werden ſoll. Demnächſt wird mittelſt Verſetzung der Hebelverbindung der Angriffspunkt der letztern verwechſelt, und gleichzeitig als Dampfrohr wieder geöffnet.

Der Erfolg äußert ſich nicht augenblicklich, da durch den in entgegengeſetzter Richtung wirkenden Dampf das Beharrungsvermögen der bewegten Maſſe ganz aufgehoben werden muß, bevor die Bewegung in der andern Richtung beginnen kann. Unter gewiſſen Umſtänden, wo ein längeres

Verharren in der urſprünglichen Richtung nachtheilig oder gefährlich werden könnte, wird auf ein Zeichen des Maſchiniſten vom Heizer die Bremſe des Munitionswagens angezogen, wodurch eine bedeutende Reibung erzeugt, und die Geſchwindigkeit des Zuges ſehr ſchnell ermäßigt oder ganz aufgehoben wird.

Eine unausgeſetzte Aufmerkſamkeit muß der Maſchiniſt auf den Stand des Waſſers im Keſſel richten, weil bei dem geringen Waſſergehalt deſſelben und der ſtarken Verdampfung eine nur kurze Zeit ſtattfindende Unwirkſamkeit der Druckpumpen die Veranlaſſung geben wird, daß der Keſſel verbrennt oder ſpringt. Letzteres kann leicht geſchehen, indem bei einer Senkung des Waſſers die obern Röhren und die Decke der Heizkammer glühend werden. Bei einer leichten Erſchütterung der Maſchine ſpringt das Waſſer im Keſſel auf und brüht die glühenden Metalltheile, wodurch plötzlich eine ſolche Dampfmaſſe erzeugt wird, daß die Sicherheitsventile ſie nicht abzuführen vermögen. Auf der andern Seite iſt der Dampfraum im Keſſel ſchon äußerſt beſchränkt, und eine Ueberfüllung deſſelben würde den Vorrath des Dampfes in demſelben ſo vermindern, daß während der Füllung beider Cylinder die Spannung und damit die Treibkraft deſſelben zum größten Theil verloren geht. Bei Beſchreibung der Druckpumpen ſind die Mittel angegeben, welche dem Maſchiniſten zu Gebote ſtehen, um die Speiſung des Keſſels zu reguliren, zu welchem Behuf die Handgriffe aller dahin zielenden Vorrichtungen bei dem Stand deſſelben ſich vereinigen.

Behufs Anhaltung der Maſchine verfährt der Maſchiniſt wie beim Beginn der Bewegung, indem er die Steuerung von der Bewegung der Maſchine unabhängig macht und dieſelbe immer langſamer mit den Händen regiert. Das Beharrungsvermögen der bewegten Maſſe wird dadurch zunächſt aufgehoben, und der Maſchiniſt kann nun die Maſchine durch gänzliche Abſperrung des Dampfes, auf jeden beliebigen Punkt zum Stillſtand bringen.

Digitized by Google

Eine Maſchine legt gewöhnlich einen Weg von 6 — 7 preußiſche Meilen zurück, bevor ſie wieder mit Waſſer und Brennmaterial verſehen wird. Zur Einnahme ſind Stationshäuſer angebracht, deren jedes, wenn der Verkehr bedeutend iſt, eine kleine Dampfmaſchine enthält, die das Waſſer aus einem Brunnen in ein hochgelegenes Baſſin pumpt, in welchem es durch eingelaſſenen Dampf aus dem Keſſel der Maſchine vorgewärmt, und in dieſem Zuſtand durch einen Schlauch dem Munitionswagen zugeführt wird, welcher mit der Maſchine inzwiſchen vor dem Stationshaus anhält, während welcher Zeit dann auch die Schmierbehälter der Maſchine ſo wie der Laſtwagen friſch gefüllt werden.

Vergleichung des Transports durch Dampfkraft mit dem durch Pferdekraft.[1])

Vergleicht man die Fortſchaffung durch Dampfkraft mit der Fortſchaffung durch Pferde, ſelbſt auf Eiſenbahnen, ſo treten die Vortheile dieſer neuen Kraft am auffallendſten hervor. Wenn man dieſe Vortheile vollkommen begreifen will, muß man erwägen, wie thieriſche Kraft als Fortſchaffungsmittel gebraucht wird. Derjenige Theil der Kraft eines Pferdes, der für eine Ladung benutzt werden kann, hängt von der Geſchwindigkeit der Bewegung eines Pferdes ab. Dieſe Geſchwindigkeit hat eine gewiſſe Grenze, wo ein Pferd ſeine ganze Kraft nöthig hat, ſeinen eigenen Leib zu bewegen, und wo es folglich nicht im Stande iſt, eine Laſt zu tragen, und auf der andern Seite giebt es eine gewiſſe Laſt, die ein Pferd gerade noch tragen kann, ohne aber dabei im Stande zu ſeyn, ſich mit irgend einer wirkſamen Geſchwindigkeit zu bewegen. Zwiſchen dieſen beiden Grenzen liegt ein gewiſſes Verhältniß der Bewegung, in welchem die nutzbare Wirkung des Thiers am größten iſt. Bei ſtark gebauten Pferden kann man dieſes Verhältniß im Durchſchnitt auf 2 engl. Meilen

[1]) Obgleich wir bereits im 2ten Kapitel Einiges über dieſen Gegenſtand bemerkt haben, ſo führen wir ihn doch hier noch weiter aus, wobei wir Lardner's „Dampfmaſchine", 180 ꝛc. benutzen.

Digitized by Google

in einer Stunde ſetzen, und bei leichter gebauten auf dritte=halb Meilen in einer Stunde. Ueber die Grenze der Ge=ſchwindigkeit hinaus vermindert ſich die Laſt, die ſie fortzu=ſchaffen im Stande ſind, in ſehr ſchnellem Verhältniß, je mehr die Geſchwindigkeit zunimmt. Wäre 121 die Laſt, die ein Pferd bis auf eine gegebene Entfernung in einem Tage fortſchaffen könnte, wenn es vier engl. Meilen in einer Stunde zurücklegte, ſo würde daſſelbe Pferd nicht im Stande ſeyn, mehr als eine Laſt die 64 betrüge, auf eine gleiche Entfernung fortzuſchaffen, wenn es 7 Meilen in einer Stunde machte, und ſollte es 10 Meilen zurücklegen, ſo würde ſich die Laſt die es tragen könnte, bis auf 25 vermindern. An=genommen nun daß die nutzbarſte Geſchwindigkeit, die man von einem Pferde erhalten kann, 2 engl. Meilen auf eine Stunde ſind, ſo kann es wenn es täglich 10 Stunden in Thätigkeit iſt, eine Laſt von 12 Tonnen auf einer ebenen Eiſenbahn bis auf eine Entfernung von 20 Meilen fortſchaf=fen, ſo daß man die ganze Wirkung eines Tagewerks als 240 Tonnen, eine engliſche Meile weit fortgeſchafft, an=nehmen kann.

Dieſes Geſchwindigkeitsverhältniß bei der Fortſchaffung paßt aber nicht für den Perſonenverkehr, und iſt es daher nothwendig, Pferde als bewegende Kraft zu benutzen, ſo muß man beſondere Wagen für Reiſende haben, ſo daß Güter mit derjenigen Geſchwindigkeit fortgeſchafft werden können, bei welcher die größtmögliche Wirkungskraft des Pferdes ſtattfindet, während Reiſende mit derjenigen Ge=ſchwindigkeit befördert werden, welche, es koſte was es wolle, unumgänglich nöthig iſt.

Das Gewicht einer gewöhnlichen Poſtkutſche iſt ungefähr 2 Tonnen, und auf einer leidlich ebenen Heerſtraße macht ſie 10 engliſche Meilen in einer Stunde. Die Zahl der Pferde, die dazu ſtets bereit gehalten werden müſſen, mit Einfluß der auf den verſchiedenen Stationen unumgänglich nöthigen Relaispferde, wird nach dem Verhältniſſe von einem Pferde auf jede Meile berechnet. Die Leiſtungen eines auf dieſe

Digitized by Google

Weiſe arbeitenden Pferdes laſſen ſich zu 2 Tonnen, 2 engl. Meilen in einem Tage, oder auf vier Tonnen, täglich eine Meile weit fortgeſchafft, berechnen. Die Zugkraft auf einer guten Heerſtraße beträgt wenigſtens das Zwanzigfache der Zugkraft auf einer ebenen Eiſenbahn, woraus folgt, daß unter gleichen Umſtänden die Leiſtung eines Pferdes auf einer Eiſenbahn den zwanzigfachen Betrag ſeiner Leiſtung auf einer gewöhnlichen Straße ausmacht. Wir können daher die Leiſtung eines Pferdes, welches 10 engl. Meilen in einer Stunde auf einer ebenen Eiſenbahn macht, einer täglich eine Meile weit fortgeſchafften Laſt von 80 Tonnen gleichſtellen.

Die beſten Dampfwagen auf der Liverpool-Mancheſter Bahn können 150 Tonnen auf ebener Bahnlinie in gleichem Zeitverhältniſſe fortſchaffen, und wenn man eben ſo viel Zeit für Aufenthalt rechnet, ſo würden ſie täglich 150 Tonnen 200 Meilen oder 30,000 Tonnen eine Meile weit fortſchaffen. Es folgt daraus, daß ein Dampfwagen dieſer Art ſo viel leiſtet als 7500 Pferde, die auf einer guten Heerſtraße ziehen, oder 375 Pferde auf einer Eiſenbahn. Zu einer ſolchen Leiſtung ſind für die beſten, jetzt auf der Liverpool-Mancheſter Bahn gehenden Dampfwagen 16 Loth Koaks für die Tonne auf jede engliſche Meile erforderlich, mit Einſchluß der bei dem Aufenthalte verſchwendeten Feuerung. Der tägliche Verbrauch von Feuerungsmitteln würde daher unter ſolchen Umſtänden auf 15,000 Pfund Koaks ſteigen, und zwei Pfund Kohlen würden täglich die Leiſtung eines Pferdes auf einer guten Heerſtraße und 40 Pfd. täglich die Arbeit eines Pferdes auf einer Eiſenbahn verrichten.

Bei dieſer Vergleichung nehmen wir an, daß der Dampfwagen mit der vortheilhafteſten Geſchwindigkeit, die Pferdekraft hingegen mit der am wenigſten vortheilhaften wirke, wenn man bloß den geſammten Betrag der auf eine gegebene Entfernung fortgeſchafften Laſt beachtet. In dem hier vorausgeſetzten Falle aber iſt Geſchwindigkeit ein unumgänglich nöthiges Element, und Dampf hat daher den großen Vorzug

vor Pferdekraft, da ſeine vortheilhafteſte Geſchwindigkeit diejenige iſt, die für alle Zwecke der Fortſchaffung von Reiſenden oder von Gütern paßt.

Vergleicht man die Wirkungen des Dampfes mit Pferdekraft bei einer minder ſchnellen Bewegung, ſo werden auch hier die Vortheile einer Dampfkraft, doch minder auffallend hervortreten. Ein Laſtwagen mit 8 Pferden iſt gewöhnlich 8 Tonnen ſchwer und legt $2^{1}/_{2}$ engl. Meilen in einer Stunde zurück, ſo daß jedes Pferd täglich 20 engl. Meilen macht. Starke Pferde können auf dieſe Weiſe täglich 8 Stunden reiſen, und ſo macht jedes Pferd täglich 20 Meilen. Man kann daher die Leiſtung jedes Pferdes 20 Tonnen, eine Meile weit fortgeſchafft, gleichſtellen, und da ſeine Leiſtung auf einer Eiſenbahn zwanzigmal ſo viel beträgt, ſo kann man ſie zu 400 Tonnen, täglich eine Meile weit fortgeſchafft, rechnen. Ein auf dieſe Weiſe arbeitendes Pferd leiſtet daher fünfmal ſo viel als ein Pferd, das 10 Meilen in einer Stunde zurücklegt, da dieſes nur 4 Tonnen täglich eine Meile weit auf einer guten Heerſtraße, oder 80 Tonnen auf einer Eiſenbahn fortſchafft. Dieß giebt nun das Verhältniß der Leiſtung von Pferden, die Wagen ziehen, zu der Leiſtung eines Dampfwagens. Sind 2 Pfund Kohlen der Leiſtung eines Pferdes vor einer Poſtkutſche und 40 Pfund Kohlen auf einer Eiſenbahn, bei einer Geſchwindigkeit von 10 Meilen in einer Stunde gleich, ſo folgt, daß 10 Pfund ſo viel leiſten als ein Pferd auf einer Heerſtraße, und 200 Pfund auf einer Eiſenbahn bei einer Geſchwindigkeit von $2^{1}/_{2}$ Meilen in einer Stunde. Da nun ein Dampfwagen das Tagewerk von 7500 Poſtkutſchen-Pferden verrichten kann, ſo folgt, daß er ſo viel als 1500 Frachtwagenpferde leiſtet.

Man darf nicht vergeſſen, daß dieſe Ergebniſſe in einzelnen Fällen Veränderungen erleiden und nur Berechnungen im Durchſchnitte ſind. Verſchiedene Dampfmaſchinen, wie verſchiedene Pferde, ſind ungleich in ihren Leiſtungen, und da die Straßen, auf welchen Pferde ziehen, nicht von glei-

Digitized by Google

cher Vollkommenheit ſind und verſchiedene Unebenheiten haben, ſo muß die Leiſtung der Pferdekraft verſchieden ausfallen.

Auch bei der praktiſchen Vergleichung der Ergebniſſe einer ſo mächtigen Kraft, als der auf Eiſenbahnen gebrauchte Dampf gewährt, mit der geringen Kraft der Pferde auf Heerſtraßen, iſt zu erwägen, daß die große Vertheilung der Ladungen und der häufige Aufenthalt unterwegs zu Gunſten der Pferdeleiſtung ſind, inſofern es häufiger ſich zutragen möchte, daß Dampfwagen, die ungeheure Laſten fortzuſchaffen vermögen, bei geringeren Ladungen Aufenhalt finden würden, als es bei der Anwendung von Pferden ſtattfinden würde, wo kleine Ladungen in kurzen Zwiſchenräumen aufgehalten werden können. Dies iſt in der That eine praktiſche Schwierigkeit, die bei dem Gebrauche von Dampfwagen auf Eiſenbahnen eintritt, und die vielleicht für jetzt die Anwendung derſelben bloß auf Strecken beſchränken wird, welche Städte von lebhaftem Verkehr verbinden.

Die auffallendſte Wirkung der Dampfkraft auf Eiſenbahnen zeigt ſich in der außerordentlichen Geſchwindigkeit, welche ſich dadurch erreichen läßt, und iſt um ſo merkwürdiger, als dieſer Vortheil nie vorausgeſehen wurde, bis die Erfahrung ihn bewies. Wir haben bereits erwähnt, daß man bei der Anlegung der Bahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter hauptſächlich auf die Fortſchaffung ſchwerer Güter rechnete, und gar nicht erwartete, aus dem Perſonenverkehr den größten Gewinn zu ziehen. Die Berechnungen für künftige Plane werden ſich nach dieſen Erfahrungen weſentlich ändern und ein lebhafter Perſonen-Verkehr wird als eine nothwendige Bedingung für das Gedeihen einer ſolchen Unternehmung betrachtet werden.

Bringt man dieſen Vortheil der Schnelligkeit in Anſchlag, ſo läßt ſich Pferdekraft gar nicht mit Dampfkraft auf Eiſenbahnen vergleichen. Aus den bereits erwähnten Verſuchen geht hervor, daß eine Dampfmaſchine, 90 Tonnen gegen 20 engl. Meilen weit in einer Stunde ziehen kann und das Doppelte dieſer Laſt zwiſchen Liverpool Mancheſter

Digitized by Google

in ungefähr 3 Stunden. Es würden 270 Pferde nöthig ſeyn, dieſelbe Kraft auf gleiche Entfernung in einem Tage auf Frachtwagen fortzuſchaffen. Es läßt ſich zwar dagegen einwenden, daß jener Verſuch unter günſtigen Umſtänden angeſtellt und bei den ſchwierigen Punkten der Steigung Hülfswagen gebraucht wurden; aber auf einer gewöhnlichen Fracht bei der Fortſchaffung von Waaren, wo größere Schnelligkeit nicht verlangt wird, iſt das Verhältniß der Bewegung nicht geringer als 15 Meilen in einer Stunde. Bei Wagenzügen mit Perſonen iſt der Schnelligkeit beſonders der Aufenthalt entgegen, der auf der Bahn entſteht, wenn Reiſende einſteigen oder abſteigen. Es giebt auf der Bahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter jetzt zwei Arten von Dampfwagen, von welchen einer nur einmal auf halbem Wege einige Minuten lang Halt macht. Dieſe Wagen legen 30 engl. Meilen in anderthalb Stunden und zuweilen in einer Stunde und 10 Minuten zurück. Auf dem ebenen Theile der Bahn iſt die gewöhnliche Geſchwindigkeit 27 Meilen in einer Stunde, und ich habe zuweilen geſehen, daß gegen 30 Meilen in einer Stunde zurückgelegt wurden. Dieſe Geſchwindigkeit aber, die durch die gewöhnliche Thätigkeit der Dampfmaſchinen bei der Fortſchaffung von Reiſenden und Gütern erlangt werden, ſind weit unter der Leiſtungskraft der jetzigen Dampfwagen, was die Schnelligkeit der Fortſchaffung betrifft. Einige Verſuchfahrten, bei welchen die Dampfwagen eine geringere Laſt hatten, zeigten, daß eine bedeutende Vermehrung der Geſchwindigkeit ganz ausführbar ſey. Bei einem dieſer Verſuche zog die Dampfmaſchine einen Wagen mit 36 Perſonen 48 engl. Meilen weit in einer Stunde, und ich glaube, eine Maſchine, die bloß ihr eigenes Gewicht fortzuſchaffen hätte, würde 15 Meilen in 15 Minuten zurücklegen.

Aber warum hat man Dampfmaſchinen, wenn ſie hinſichtlich der Geſchwindigkeit ſo viel zu leiſten vermögen, nicht auf der Eiſenbahn angewendet, wo die Geſchwindigkeit jetzt im Durchſchnitte nicht über 25 Meilen in einer Stunde be-

Digitized by Google

trägt? Die Antwort iſt, daß der Weg von 30 Meilen zwiſchen Liverpool und Mancheſter in 1½ Stunde zurückgelegt wird, und täglich 10 Wagenzüge zwiſchen beiden Städten gehen, und überdieß täglich dreimal die Poſtkutſche. Eine größere Geſchwindigkeit würde auf einem ſo kurzen Wege ganz unnöthig ſeyn. Wenn aber erſt längere Bahnlinien vollendet ſeyn werden, müſſen ſich die Umſtände ändern und dann wird beſonders die Fortſchaffung von Poſtkutſchen die Aufmerkſamkeit auf ſich ziehen. Volle Reiſewagen, wie ſie gewöhnlich auf der Bahn von Liverpool und Mancheſter gehen, ſind gegen 50 Tonnen ſchwer, bei einer leichten Ladung aber werden leichter und ſchneller fahrende Dampfwagen gebraucht werden können. Die Fortſchaffungskoſten würden bei einer ſolchen Maſchine zwar höher ſteigen, aber die größere Schnelligkeit würde reichlichen Erſatz dafür geben. Iſt nun erſt London mit Liverpool durch eine über Birmingham geführte Eiſenbahn verbunden, ſo wird das Handelsintereſſe jener Städte nothwendig die Aufmerkſamkeit auf die größtmögliche Schnelligkeit des Zwiſchenverkehrs leiten. Man wird für die Fortſchaffung von Poſtkutſchen beſondere Maſchinen bauen, die für leichtere Laſten und größere Geſchwindigkeit paſſen. Mit ſolchen Dampfwagen werden die Poſtkutſchen eine beſchränkte Anzahl von Reiſenden fortſchaffen, und abgeſehen von möglichen Verbeſſerungen, welche die Dampfwagen ſpäter erhalten können, wird ſich gewiß ſchon bei ihrer jetzigen Wirkungskraft eine ſolche Ladung gegen 60 engl. (13 deutſchen) Meilen in einer Stunde fortſchaffen laſſen. Ueberlaſſen wir uns den Erwartungen, welche die wahrſcheinlichen Verbeſſerungen der Dampfmaſchine erwecken dürfen, ſo glaube ich nicht, daß ſelbſt das Doppelte dieſer Geſchwindigkeit die Grenzen der Leiſtungen überſchreiten werde, welche die Mechanik noch machen kann.

Die große Ausdehnung, welche die Anwendung der Dampfkraft auf die Beförderung des Binnenverkehrs durch die vielen theils begonnenen, theils entworfenen Eiſenbahnen haben wird, giebt der Unterſuchung über dieſen Gegenſtand

Digitized by Google

ein großes Intereſſe. Weder die Weisheit des Philoſophen noch die Kunde des Statiſtikers, noch auch der Vorausblick des Staatsmanns iſt im Stande, die wichtigen Folgen zu beſtimmen, welche die Ausführung dieſer Entwürfe auf die Fortſchritte des menſchlichen Geſchlechts haben wird. Wie ſehr die Fortſchritte der Civiliſation, die Verbreitung der Kenntniſſe, die Bildung des Geſchmackes, die Verfeinerung der Sitten von einer leichten und ſchnellen Vermiſchung der Beſtandtheile der menſchlichen Geſellſchaft abhängen, bedarf keiner Auseinanderſetzung. So lange die Bevölkerung aus abgeſonderten und unabhängigen Maſſen beſteht, die ſich nicht in einander miſchen können, werden ihre ſchlummernden Verwandtſchaften nie zur Thätigkeit geweckt und die wichtigſten Eigenſchaften einer jeden nie der andern mitgetheilt. Wie feſte Körper in der Phyſik, gehen ſie nur langſam in Verbindung über, aber wenn ſie die Eigenſchaft des Flüſſigwerdens erhalten haben, wenn ihre Beſtandtheile durch Schmelzung auseinandergehen, denn fließen die Theile des einen durch die Theile des andern, es werden die Verwandtſchaften geweckt, neue Verbindungen gebildet, ein wechſelſeitiger Austauſch der Eigenſchaften tritt ein und es entſtehen Zuſammenſetzungen, die weit mehr Werth haben, als die urſprünglichen Elemente.

Die Verbreitung der Civiliſation und die Beförderung des Verkehrs zwiſchen den von einander entfernten Volksmaſſen ſind immer mit gleichzeitigen Fortſchritten verbunden geweſen, und das eine ſchien immer die Urſache oder die Folge des andern zu ſeyn. Daher kommt es, daß die Städtebewohner ſtets der ländlichen Volksmenge in geiſtiger Regſamkeit voraus ſind. Aber die Wohlthaten des Verkehrs können, ohne die eigenthümlichen Vorzüge einer jeden aufzuheben, auf beide ausgedehnt werden, wenn die außerordentliche Leichtigkeit des Verkehrs, welche eine Folge der anzulegenden Eiſenbahnen ſein muß, in das Leben getreten iſt. Auf der großen Eiſenbahnlinie zwiſchen London und Birmingham wird man die Reiſe zwiſchen beiden Städten mit

Digitized by Google

der Hälfte des zeitherigen Aufwandes an Zeit und Koſten machen können, und der Verkehr ſelbſt wird wahrſcheinlich vervierfacht werden, wenn wir auch nur den unmittelbaren Verkehr zwiſchen den beiden Endpunkten der Linie betrachten; ſehen wir aber auf die zahlreichen Arme, die ſich in den Hauptſtrom aus allen anliegenden Punkten ergießen werden, ſo haben wir keine Analogien, auf welche wir eine Berechnung der unermeßlichen Zwiſchenverbindung, die dann ſtattfinden muß, ſtützen können. So müſſen leicht verderbende Gewächſe, welche für die Städte Bedürfniß ſind, jetzt in den Vorſtädten erzeugt werden; wenn ſie aber auf einer ebenen Bahn 20 engliſche Meilen weit in einer Stunde fortgeſchafft werden können, ſo wird der Landbauer aus entfernteren Gegenden ſie herbeiführen. Die Städtebewohner werden nicht länger auf ihre engen Straßen beſchränkt, nicht mehr in ihren hohen Häuſern zuſammengedrängt ſein, ſondern in Entfernungen wohnen können, die jetzt zu weit von dem Kreiſe ihrer täglichen Beſchäftigungen ſein würden. Die Städte müſſen geſunder werden, wenn ſich ihre Bewohner über eine größere Oberfläche, ohne Nachtheil für ihren Lebensberuf, verbreiten können; die Vortheile des Landlebens werden den Städtern zufließen und die Verfeinerung und Geſittung der Städte ihre Wohlthaten über die ländliche Bevölkerung verbreiten.

Widerſtand der Wagen auf Schienen-Wagen. [1])

Den Widerſtand, welchen die Bahnwagen auf einer Eiſenbahn der Zugkraft entgegen ſetzen, welchen man nur uneigentlich Reibung nennt, und von dem wir ſchon weiter oben im zweiten Kapitel im Allgemeinen redeten, iſt ein ſehr weſentlicher Gegenſtand, den Hr. Wood (a. a. O.) durch vielfache Verſuche zu erörtern ſich bemühet hat.

---

1) Nach Minard's Vorleſungen, S. 142.

Digitized by Google

Man bedient ſich, um dieſen Widerſtand zu meſſen, eines Pendel Dynamometers [1]). Dieſes Inſtrument wird zwiſchen den Zug und den Wagen gelegt. Die verſchiedenen Neigungen des Pendelzeigers geben, auf dem Limbus, der vorher nach Gewichten getheilt worden iſt, die Stärke des Zuges unmittelbar in Gewicht an.

Mittelſt dieſes Werkzeuges hat Hr. Wood die Reibung direkt gemeſſen; aber er hat ſie auch aus der Bewegung den Wagen auf abhängigen Bahnen berechnet. Das Verhältniß zwiſchen dem Abhange der Bahn, der Zeit und der Länge des Laufs, dem Gewicht des Wagens und der Reibung, giebt dieſe letztere aus dem beobachteten Maaße der übrigen.

Die Reibung eines Wagens auf horizontaler Bahn iſt zuſammengeſetzt aus der Reibung der Achſen in den Lagern und aus der Reibung der Räder in den Bahnſchinen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß dieſe Reibungen nicht ſo ſtark zunehmen, als der Druck. Aber in der Praxis kann man ſie als proportional anſehen.

Es werde bezeichnet:

Der Durchmeſſer der Achſen durch d, derjenige der Räder durch D;

Das Gewicht eines Wagenkaſtens, mit Ladung, durch W, dasjenige der Räder r Achſen durch R;

Die Reibung am Umfange der Achſen durch F W, diejenige am Umfange der Räder auf den Schienen durch F 1, (W + R); die dieſen beiden gleiche Zugkraft durch F: ſo iſt:

$$1.\ F = \frac{d}{D}\ F\ W + F,1\ (W + R).$$

Um zu ſehen, ob ſich die beiden Reibungen wie der ſie hervorbringende Druck verhalten, muß wenigſtens eine derſelben beſonders gemeſſen werden, was auch Hr. Wood gethan hat. Er hat zuerſt die geſammte Reibung gemeſſen:

---

[1]) Die Einrichtung eines ſolchen Inſtruments, welches in jedem Handbuch der Mechanik beſchrieben iſt, müſſen wir hier als bekannt vorausſetzen.

Digitized by Google

theils direkt, theils durch das Herabrollen der Wagen von abhängigen Bahnen. Darauf hat er die Reibung der Räder auf den Schienen allein gemeſſen, und dieſe zweite Räubung vom Ganzen abgezogen, gab nun die erſte.

Wenn man zu den obigen Bezeichnungen noch den in der Zeit f von dem Wagen durchlaufenen Raum durch E;

Die Geſchwindigkeit, welche die Schwere in der erſten Sekunde hervorbringt, durch g und die Länge des Wagens, auf die Höhe 1, durch i bezeichnet:

So iſt (nach Navier, resumé des leçons sur les machines, p. 149), wenn man die Trägheit der Maſſe der Räder eines Wagens auſſer Acht läßt,

$$2.\ E = \frac{g\ t\ _2}{2\ i} \cdot \frac{W + R - i\ F}{W + R}.$$

Das Moment der Trägheit der Maſſe der Räder, dieſelbe voll und homogen angenommen, iſt $^1/_2\ f^{\,2}\ R$; und da nun die Geſchwindigkeit ihres Umfanges der des Wagens gleich iſt, ſo widerſtehen die Räder wie eine Maſſe $^1/_2\ R$ auf dem Wagen. Alſo iſt, mit Rückſicht auf die Trägheit der Maſſe der Räder,

$$3.\ E = \frac{g\ t\ _2}{2\ i} \cdot \frac{W + R - i\ F}{W + \frac{3}{2}\ R},$$

und folgt daraus:

$$4.\ F = \frac{W + R}{i} - \frac{E}{g\ f^2}\ (2\ W + 3\ R);$$

welche Formel derjenigen ähnlich iſt, durch welche Hr. Wood die geſammte Reibung auf abhängigen Bahnen berechnet hat.

Für $W = 0$, oder für den Fall, wenn nur Räder und Achſen vorhanden ſind, reduzirt ſich die Reibung F auf f 1, R, und es iſt alſo zufolge des Ausdrucks (4), wenn man in demſelben $W = O$ ſetzt,

$$F\ 1\ R = \frac{R}{i} - \frac{E}{g\ f^{\,2}}\ .\ 3\ R;$$

woraus folgt:

$$5,\ F\ 1 = \frac{1}{i} - \frac{3\ E}{g\ f^{\,2}},$$

Um dieſe einzelne Reibung zu beobachten, hat Hr. Wood ein einzelnes Paar Räder mit einer Achſe, eine abhängige Bahn hinabrollen laſſen. Er hat die Ergebniſſe dabei beobachtet, und, dieſelben in den Ausdruck (5 ſetzend, daraus F 1 berechnet. Um den Druck zu verändern, hat man darauf den Zwiſchenraum zwiſchen den Speichen der Räder mit Blei ausgefüllt. Der Abhang der Bahn betrug 1 auf 100; der Durchmeſſer der Räder betrug 2 Fuß 9 ¼ Zoll; die ganze durchlaufene Länge 484 Fuß; die Zeit wurde beobachtet, auf jedes Fünftel der durchlaufenen Länge und es wurde nun die Reibung für die verſchiedenen Geſchwindigkeiten, die von 5¾ Fuß bis 12¾ Fuß ſtiegen, berechnet.

Hr. Wood hat auf dieſe Weiſe gefunden, daß die Reibung bloßer Räder mit der Achſe am Umfange der Räder den 640ſten bis 804ten Theil der Laſt beträgt; die Reibung beladener Räder aber, wie unter dem Gewicht des Wagens, den 800ſten bis 1200ſten Theil der Laſt. Da aber die Formel, nach welcher er gerechnet hat, nicht ganz genau iſt, ſo muß ſie erſt berichtigt werden, und dann findet ſich der 500ſte Theil. Da ein einzelnes Paar Räder leichter aus der Richtung der Bahn kommen kann, als vier durch das Wagengeſtell verbundene Räder und da ſich alſo die Radränder an den Schienen klemmen können, ſo nimmt Hr. Wood das kleinere Ergebniß an [1]). Uebrigens iſt leicht einzuſehen, daß wenn es auf Zahlen ankommt, bei denen es einzelne Tauſendtheile gilt, die Verſuche ſehr delikat und die Reſultate ſehr ungewiß werden.

Coulomb hat dieſe Art von Reibung an hölzernen Cylindern, von 6 bis 12 Zoll Durchmeſſer mit 1067 Pfd. belaſtet, und auf glatt gehobelten Hölzern vollends, direkt gemeſſen. Er hat gefunden, daß ſich die Reibung wie der Druck und umgekehrt wie der Durchmeſſer der Cylinder verhält, ſo daß die Reibung eines Cylinders von Franzoſenholz

[1]) Aus dieſem Grunde muß man ſich wundern, daß Hr. Wood die Verſuche mit einem einzelnen Räderpaare und nicht mit einem ganzen Wagen angeſtellt hat.

(Guiac), 2 Fuß 9¼ Zoll im Durchmeſſer, etwa den 1000ſten Theil der Laſt betragen würde.

Folgendes iſt die Ueberſicht der erſten 5 und des 21ſten Verſuchs des Hrn. Wood. Bei den 5 erſten Verſuchen betrug das Gewicht der beiden Räder und der Achſe 576 Pfd., bei dem 21ſten Verſuch 4330 Pfd.

Nro. des Verſuchs.	1. Abhang der Bahn von oben ab.	2. Durchlaufene Länge der Bahn.	3. Zeitdauer der Bewegung. Sekunden.	4. Verhältniß der Reibung zum Gewicht nach Wood.	5. Geſchwindigkeit am Ende der Bewegung.	6. Verhältniß der Reibung zum Gewicht, nach der Formel (5.)	7. Beſchleunigende Kraft. $\frac{V}{t}$ Linien.
1	1 auf 100,4	97 F. 1 Z.	34, 2	1 auf 847	5 F. 8 Z.	1 auf 500	23,86
2	1 — 98,9	194 „ 2 „	48, 8	1 — 730	7 „ 11½ „	1 „ 433	23,49
3	1 — 97,9	291 „ 3 „	59, 6	1 — 714	9 „ 9 „	1 „ 428	23,54
4	1 — 100,4	388 „ 4 „	70, 2	1 — 694	11 „ ½ „	1 „ 425	22,57
5	1 — 101,5	485 „ 5 „	79, 1	1 — 694	12 „ 1½ „	1 „ 425	21,51
21	1 — 101,5	485 „ 7 „	76,04	1 — 885	12 „ 9 „	1 „ 562	24'13

Die fünf erſten Columnen dieſer Ueberſicht ſind aus dem Werke des Herrn Wood entnommen, die 6te drückt das Verhältniß der Reibung zum Gewicht nach der Formel (5) aus, und die 7te die beſchleunigende Kraft, welche ein wenig mit der Geſchwindigkeit abnimmt.

Herr Wood folgert aus dieſen Verſuchen, daß die Reibung auf den Schienen ſich wie der Druck verhalte und von der Geſchwindigkeit beinahe unabhängig iſt. Indeſſen ſcheint die Hälfte der Zahl ſeiner Verſuche anzuzeigen, daß die Reibung ein wenig mit der Geſchwindigkeit zunimmt.

Die plötzlichen Stöße, welche man in einem Wagen auf der Eiſenbahn empfindet, kommen daher, wenn die Schienen an ihren Wechſeln, nicht genau in einerlei Ebene liegen. Der daraus entſtehende Widerſtand gegen die Zugkraft iſt zwar nicht zu der Reibung auf den Schienen zu zählen; gleichwohl aber iſt er ein Theil des zu überwindenden Widerſtandes und deſſen, den die Formel angiebt. Anders iſt es mit den Stößen, welche die Radränder erfahren, wenn ſie durch Abweichungen der Wagen aus der Bahnlinie gegen

die Schienen gedrängt werden. Die Verluſte der lebendigern Kraft, welche alle dieſe Stöße verurſachen, müſſen ſtärker als die Geſchwindigkeit zunehmen; und dieſes um ſo mehr, weil die Wagen meiſtens keine Federn haben.

In Folge dieſer Erwägung ſcheint es, daß die Schlüſſe des Herrn Wood nicht weit über die Geſchwindigkeit hinaus ausgedehnt werden dürften, die er unmittelbar beobachtet hat, und welche noch nicht der dritte Theil der Geſchwindigkeit der Perſonenwagen iſt. Es wäre zu wünſchen, daß man Verſuche für größere Geſchwindigkeiten anſtellte, die aber um ſo ſchwieriger ſeyn werden, da man nicht ſieht, wie der Widerſtand der Reibung auf den Schienen von dem Widerſtande der Luft ſich trennen laſſe, wenn man nicht etwa den letzten zuerſt ermittelte.

Folgendes ſind die Reſultate, welche Herr Wood aus ſeinen vorzüglichſten Verſuchen über den geſammten Widerſtand, den Wagen auf einer Eiſenbahn erfahren, theils durch unmittelbare Meſſung mit dem Dynomometer, theils durch Rechnung nach der Formel (4), gefunden hat.

Nro. der Verſuche.	Druck		Widerſtand		Zahl der Durchmeſſer d. Achſen welche auf den Durchmeſſer d. Rades gehen.	Es verhält ſich	
	auf die Schienen.	auf die Achſen.	von der Reibung d. Achſen.	Im Ganzen.		die Reibung zum Druck a. d. Achſen.	der geſammte Widerſtand zum Druck auf die Schienen.
1. Meſſungen mit dem Dynamometer.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.			
3.	2521	1300	8,00	13,04	12,36	1 : 13	1 : 193
2.	2521	1300	7,04	12,08	12,36	1 : 15	1 : 208
4.	4657	3468	15,81	25,14	12,36	1 : 18	1 : 185
5.	6828	5637	19,21	32,87	12,36	1 : 24	1 : 207
1.	8264	7045	21,19	37,71	12,36	1 : 27	1 : 219
6.	8236	7045	22,20	38,67	12,36	1 : 25	1 : 213
7.	8183	6990	21,34	37,71	12,36	1 : 26	1 : 216
2. Aus der Formel berechnet.							
11.	3359	2089	5,57	12,29	11,60	1 : 32	1 : 273
12.	8806	7585	20,11	37,71	12,36	1 : 30	1 : 233
10.	9105	7837	24,52	42,73	11,60	1 : 28	1 : 212
9.	9105	7837	21,77	40,08	11,60	1 : 31	1 : 227
8.	9105	7837	19,83	38,03	11,60	1: 34	1 : 241

Digitized by Google

Hr. Wood findet alſo, im Ganzen, für die geſammte Reibung den 173ſten bis 185ſten Theil des Drucks. Er nimmt, im Mittel, den 200ſten, und wenn Wagen und Bahn in ſehr gutem Zuſtande ſind, den 240ſten Theil an.

Der Erfahrung nach vermehren die Feuchtigkeit, der Koth, der Staub und der Schnee die Reibung der Schienen. Am geringſten iſt die Reibung, wenn die Schienen entweder ganz naß, oder wenn ſie ganz trocken ſind. Auch der Wind verzögert den Lauf der Wagen ſehr, ſowohl wenn er ihnen entgegen weht, als wenn er ſie ſeitswärts gegen die Schienen drängt.

Für die Reibung der Achſen in ihren Lagern findet Hr. Wood den 10ten bis 23ſten Theil des Drucks, und dieſe Reibung ſcheint für einen ſtarken Druck geringer zu ſeyn. Jene beiden äußerſten Verhältniſſe, die auf der Vorausſetzung beruhen, daß die Reibung auf den Schienen der 1000 Theil ſey, gehen auf den 13ten und 34ſten Theil über, wenn man für die Reibung auf den Schienen den 50ſten Theil annimmt.

Die Beträchtlichkeit der Reibung der Achſen, welche ſich außerdem ſo ſehr verſchieden ergab, hat Hr. Wood bewogen, noch ſorgfältigen Verſuche über die Bewegung der Achſen allein anzuſtellen, und er hat gefunden, daß, wenn die Lager von Gußeiſen, oder von Kupfer, und durch langen Gebrauch recht platt ſind, die Reibung bis auf den 60ſten Theil vermindert werden kann. Am geringſten war die Reibung, wenn der Druck etwa $102\frac{1}{2}$ Pfd. auf den Quadratzoll Fläche des Achſenlagers betrug. Die flüſſige Schmiere war die beſte.

Die Reibung der Achſen war nach Wood bei weitem geringer, als nach Coulomb die Reibung der Rollen-Achſen, die den 11ten Theil des Drucks betragen ſoll. Coulomb hat dieſe Reibung direkt gemeſſen, während Wood ſie durch die Abrechnung des Widerſtandes der Schienen findet, deſſen Schätzung unſicher iſt. Abgeſehen von dieſer Differenz ſcheint es aber auch, daß die Reibungen in den beiden Fällen nicht unmittelbbr vergleichbar ſind. Bei den

Coulomb'ſchen Verſuchen waren die Achſen und Lager feſt und drückten einander mit unveränderlicher Kraft; bei der Bewegung der Wagen kommen die Stöße der Geſammtheit derſelben in Betracht, vermöge deren ſie einer auf den andern wirken.

Man hat die Reibung der Achſenlager dadurch zu vermindern geſucht, daß man zwei Syſteme von Rädern, eines über das andere ſetzte. Die Felgen der obern Räder laufen auf den Achſen der untern, und dieſe auf den Schienen. Dieſe, ſeit lange bekannte, Anordnung hat kein, irgend vortheilhaftes Reſultat gegeben, welches aber möglicher Weiſe nicht in der Anordnung ſelbſt, ſondern wohl nur in der Ausführung derſelben liegen kann.

Federn zwiſchen den Achſenlagern und dem Wagenkaſten ſcheinen die Zugkraft nicht merklich zu vermindern, obgleich es auf gewöhnlichen Straßen der Fall iſt. Herr Wood theilte die Reſultate von 9 Verſuchen mit Federwagen auf der Liverpooler Straße mit. Das Ergebniß für die Reibung war der 244ſte bis 292ſte Theil der Laſt; der Durchmeſſer der Räder war 26mal ſo groß als der Durchmeſſer der Achſen was für die Reibung den 112ten, 135ſten Theil der Laſt giebt, wenn wie gewöhnlich der Durchmeſſer der Räder 12mal ſo groß iſt, als der Durchmeſſer der Achſen. Danach alſo hätten die Wagenfedern keinen Vortheil gewährt.

Es iſt zu bedauern, daß Hr. Wood nur Verſuche auf ganz geraden Bahnen angeſtellt hat, und nicht auf Bahnen in gewöhnlichem Zuſtande, und in vollem Dienſt. Mehrere Umſtände veranlaſſen die Vermuthung, daß die geſammte Reibung der Schienen viel beträchtlicher iſt, als man glaubt. So rollen, nach Hrn. Minard, auf der Bahn zwiſchen Rive-de-Gier und Givors, die einen Abhang zwiſchen 1 auf 166 hat, die Wagen nur dann allein herab, wenn die Achſen ſehr gut geſchmiert ſind. Bei Epinac rollen die leeren Wagen nur da von einem Abhange von 1 auf 143 herab, wo die Bahn gerade iſt, bleiben aber in Krümmungen ſtehen. Auf der kleinen Schienenbahn von Denain bewegen ſie ſich,

Digitized by Google

auf einem Abhange von 1 auf 135, nur erſt dann, wenn ſie angeſtoßen werden, und bei Roanne bewegen ſie ſich von einem Abhange von 1 auf 104 nur mühſam hinab und bleiben zuweilen ſtehen. Jedoch kann dieß nur an einer beſondern Mangelhaftigkeit der Konſtruktion der Wagen ſowohl als der Bahn liegen.

Zu dieſen Umſtänden, welche Veranlaſſung geben, die Reibung ſtärker anzunehmen, als Herr Wood laſſen ſich noch folgende geſellen.

Erſtlich vermehren Regen, Schnee, Koth und Staub die Reibung; und dieſe Vermehrung kann bis zu dem 6ten Theile des geſammten Widerſtandes ſteigen.

Zweitens zeigen einige Erfahrungen, daß der geſammte Widerſtand der 185ſte Theil der Laſt, andere, daß er noch größer iſt; beſonders bei den Federwagen auf der Liverpooler Bahn.

Drittens ſcheint die Schätzung der Reibung des Hrn. Wood deßhalb zu gering, weil ſie nicht die Reibung der Räder ſeitwärts in den Schienen mit einbegreift, die doch ſehr oft wirklich Statt findet, indem die Wagen faſt immer ſeitwärts gedrängt werden: ein Umſtand dem Herr Wood bei ſeinen Verſuchen ausgewichen iſt.

Viertens darf man, wenn man auch vorausſetzt, daß Schienen und Wagen, auf Bahnen für große Geſchwindigkeiten, in beſonders gutem Stande erhalten werden, doch auch gegenſeits den Widerſtand der Luft nicht außer Acht laſſen, ſo daß alſo deßhalb die Reibung eher noch höher als niedriger angeſchlagen werden muß. Auch die Biegung der Schienen, die bei großen Geſchwindigkeiten zunimmt, vergrößert den Widerſtand.

Fünftens endlich fanden die Ingenieurs, die von den Aktionnairs der Liverpooler Straße im Jahre 1830 aufgefordert worden waren, die Rechnungsſätze für das Fuhrwerk zu ermitteln, nach vielen Unterſuchungen im Dienſt befind-

Digitized by Google

licher Schienenwege, und obgleich ihnen ein Theil der Wood'ſchen Verſuche bekannt war, daß man

für die Reibung den 180ſten Theil der Laſt annehmen müſſe.

Alles alſo erwogen, ſcheint uns dieſes Verhältniß im Allgemeinen das richtigere. Die Reibung muß nur in beſondern Fällen höher angeſchlagen werden, welches auch Hrn. Wood thut, da er von dem 240ſten bis auf den 213ten Theil ſteigt. Vorausgeſetzt wird übrigens, daß für das Verhältniß 1 zu 180 der Durchmeſſer der Räder 11 bis 13mal ſo groß als der Durchmeſſer der Achſen ſey.

Wir erſehen aus dem Geſagten, daß der Widerſtand der Wagen auf Schienenwegen eine der wichtigſten Fragen in Beziehung auf dieſelben iſt, weshalb wir nicht umhin können, die, ſowohl durch die Methode der Anſtellung, ſo wie durch die Größe der Laſten ausgezeichneten Verſuche, welche auf der Liverpool-Mancheſter-Eiſenbahn, in neueſter Zeit unternommen worden ſind und die Herr Guyonpeau de Pambour [1]) mittheilt, nachfolgen zu laſſen, indem ſie genauer und neuer, als die weiter oben mitgetheilten, welche von Herrn Wood angeſtellt worden, ſind und auch mehr die Dampfwagen und den Transport mit denſelben berückſichtigen.

Die Laſten welche auf dieſer Eiſenbahn durch Dampfwagen fortgeſchafft werden, befinden ſich auf einer größern oder geringern Anzahl einzelner Wagen vertheilt, welche aneinander gehängt ſind.

Der Widerſtand, welchen dieſe Wagen ihrer Fortbewegung entgegenſtellen, hängt nicht allein von ihrem Gewichte ab, ſondern auch von dem Zuſtande der Eiſenbahn, und von ihrer eigenen, mehr oder weniger vollkommenen Konſtruktion.

Der Zweck einer Eiſenbahn iſt, einen vollkommen harten und ebenen Weg darzubieten; iſt dieſelbe nun ſchlecht unter-

---

[1]) Traité théoretique et pratique des Machines locomotives. Paris 1835. Hier nach dem Auszuge aus dieſem trefflichen Werke von Hrn. G. R. v. Dechen in Karſtens Archiv für Mineralogie ꝛc. IX. 493. ꝛc.

halten, ſo daß ſie ſich von dieſen Bedingungen entfernt, ſo wird der Widerſtand der Wagen ebenſo zunehmen, als wenn die Wagen ſelbſt ſchlecht konſtruirt, oder ſchlecht reparirt ſind

Die Kraft, welche zur Fortbewegung eines beſtimmten Gewichtes auf der Eiſenbahn erforderlich wird, iſt daher nicht in allen Fällen gleich. Auf guten Schienen und bei gut konſtruirten Wagen iſt eine Kraft von 8 Pfund hinreichend, um ein Gewicht von 1 Tonne (2240 Pfund) fortzubewegen; d. h. ein Gewicht von 8 Pfund, welches an dem Ende einer, über einer Rolle fortgehenden Schnur befeſtigt iſt, genügt, um einen daranhängenden Wagen anzuziehen, Auf anderen Schienen und bei einer andern Conſtruktion der Wagen werden dagegen 10 Pfund oder ein noch größeres Gewicht erforderlich ſein, um daſſelbe zu leiſten.

Die früheren, mit älteren Wagen angeſtellten Verſuche zeigten, daß zur Fortbewegung von 1 Tonne 10 bis 12 Pfd. erforderlich ſeyen. Seit der Vervollkommnung der Wagen hat man jedoch keine größeren Verſuche mit denſelben in ihrem gewöhnlichen Zuſtande angeſtellt.

Es war auf der Liverpool-Mancheſter Eiſenbahn nun ein Verſuch mit einem neuen, eben aus der Werkſtätte hervorgegangenen Wagen angeſtellt worden, der aber in dieſem Zuſtande durchaus kein Anhalten für den Widerſtand gewähren konnte, welchen längere Zeit im Gebrauch ſtehende Wagen darbieten; denn derſelbe war ſorgfältig zu dem Verſuche geſchmiert, die Achſenſpindeln waren durch die Stöße noch nicht gebogen, die Räder waren noch feſt und winklich gegen die Achſen; die Pfannen waren völlig parallel, die Radumfänge vollkommen kreisrund, die Schienen waren ſorgfältig gereinigt. Man fuhr auch fort auf dieſer Eiſenbahn den Widerſtand der Wagen zu 10 Pfund auf 1 Tonne ($^1/_{224}$) anzunehmen.

Es wurde daher nothwendig, andere Verſuche über den Widerſtand der neuen Wagen auf dieſer Eiſenbahn anzuſtellen; denn die Verſuche und Betrachtungen über die Dampfwagen zeigten, daß die anhängenden Wagenzüge nicht

einen ſo großen Widerſtand leiſten konnten, als man ihnen gewöhnlich zuſchrieb, denn es fand ſich, daß der Wiederſtand unter dieſen Vorausſetzungen bei weitem das Maaß des Effektes der Dampfwagen überſtieg. Die Berechnung des Effektes ergab, daß der Widerſtand der Wagen nur 8 Pfund für eine Tonne ($^1/_{280}$) betragen könne.

Reibung, beſtimmt durch das Dynamometer.

Das einfachſte Mittel zur Beſtimmung der Reibung oder des Widerſtandes der Wagen ſchien in der Anwendung des Dynamometers zu liegen, weil daſſelbe unmittelbar die Zugkraft angiebt, welche zur Hervorbringung der Bewegung erforderlich iſt; da aber die Wirkung des Ziehens ſowohl bei Menſchen, wie bei jeder andern belebten bewegenden Kraft, nur ſtoßweiſe wirkt, ſo ſchwankt das Dynamometer beſtändig zwiſchen ſehr weit entlegenen Grenzen und kann daher kein ſcharfes Reſultat geben. Es ſchien uns jedoch, daß bei dem Ziehen durch einen Dampfwagen, deſſen Wirkung fortdauernd ſich gleich bleibt und deſſen Geſchwindigkeit außerdem durch die Maſſe des Wagenzuges regulirt wird, das Dynamometer nur ſehr geringe Schwankungen zeigen würde, und daß die Höhe der Maſchine beſonders bei den letzten Wagen ſich nicht mehr bemerkbar machen würde.

Der Verſuch mit dem Dynamometer wurde daher auf folgende Weiſe angeſtellt. Nachdem der Dampfwagen Leeds mit einem Zuge von 12 Wagen eine gleichmäßige Geſchwindigkeit von 3 bis 4 Meilen in der Stunde erlangt hatte, wurde die Verkuppelungskette der 3 letzten Wagen ausgehängt und durch ein Dynamometer mit kreisförmiger Feder erſetzt. Der Verſuch wurde auf einer ganz horizontalen Strecke der Bahn 1$^1/_2$ — 2 Meilen von Liverpool entfernt angeſtellt.

Die Hoffnung, den Zeiger der Federwaage unveränderlich auf einer Stelle zu ſehen, wurde inzwiſchen ſehr getäuſcht; er hielt ſich zwar im Durchſchnitt auf den 100 Pfund ange-

Digitized by Google

benden Punkt der Eintheilung, ſchwankte aber dabei zwiſchen 50 Pfund und 170 Pfd., ja ſogar bei einigen Stößen, welche die Wagen auf der Bahn erhielten, ging der Zeiger bis an das Ende der Eintheilung bei 220 Pfd. Dieſe einzelnen Stöße ließen ſich jedoch ſehr wohl von dem gewöhnlichen Zuge unterſcheiden. Die Bewegung wurde indeß nicht regelmäßiger und der Verſuch mußte daher aufgegeben werden.

Das Mittel der Schwankungen betrug zwiſchen 50 und 170 Pfund; 110 Pfund. Die 3 Wagen welche hiedurch fortgezogen wurden, wiegen 14,27 Tonnen und der Widerſtand iſt daher 7, 7 Pfund auf 1 Tonne ($^1/_{290/8}$).

Es muß hierbei mit Rückſicht auf die weitere Verfolgung des Gegenſtandes bemerkt werden, daß bei dieſer Beſtimmung der direkte Widerſtand der Luft gegen die bewegten Wagen von keinem Einfluſſe ſein konnte, weil derſelbe nur die 3 letzten Wagen eines ganzen Zuges in Anſpruch nahm. Die Luft konnte daher nur eine Seitenreibung veranlaſſen, welche um ſo unbedeutender ausfallen mußte, als die Geſchwindigkeit nur 3 — 4 engliſche Meilen in der Stunde betrug. Der ganze direkte Widerſtand der Luft fällt natürlich auf den erſten Wagen, der bei dieſem Verſuche gar nicht in Anſpruch genommen wurde.

Dieſer Verſuch konnte nicht als entſcheidend angeſehen werden; man mußte beſtimmtere Reſultate erhalten.

Nachdem eine paſſende Stelle am Fuße der geneigten Ebene von Sutton, 11½ engliſche Meilen von Liverpool ausgewählt worden war, wurde dieſelbe mit äußerſter Genauigkeit bis auf zehntel Zolle nivellirt und ſodann die Verſuche nach folgenden Grundſätzen begonnen.

Reibung, beſtimmt durch den Reibungs-Winkel.

Man habe eine geneigte Ebene A B (Taf. XIV., Fig. 143), auf der ein ſchwerer Körper herabgleitet ohne Reibung; am Ende derſelben habe man eine zweite geneigte Ebene,

Digitized by Google

welche mit der Erſten zuſammenhängt und auf der der Körper ſeine Bewegung fortſetzt.

Der Körper wird auf der geneigten Ebene durch die Schwerkraft herabgeführt, dieſe Kraft wirkt jedoch nicht in ihrem ganzen Betrage. Sie zerlegt ſich in zwei Kräfte, von denen die welche ſenkrecht gegen die geneigte Ebene wirkt, durch den Widerſtand dieſer letztern gänzlich aufgeſchoben wird, und die beſchleunigende Kraft, welche die Bewegung hervorruft, iſt diejenige, welche der geneigten Ebene parallel wirkt. Wenn daher g die Größe der Schwerkraft ϑ' den Winkel bezeichnet, welchen die geneigte Ebene mit den Verticalen bildet, ſo iſt die beſchleunigende Kraft, die die Bewegung hervorbringt.

$$\varphi = g. \cos. \vartheta'$$

Der allgemeine Ausdruck der beſchleunigenden Kraft iſt aber $\varphi = \frac{d\,v}{d\,t}$; wenn v die Geſchwindigkeit und t die Zeit bezeichnet, woraus folgt:

$$g, \cos. \vartheta', = \frac{d\,v}{d\,t},$$

Die Bewegung; welche während des Incrementes einer gewiſſen Zeit erfolgt, kann immer als gleichförmig betrachtet werden. Wenn daher der darin durchlaufene Raum = x iſt, ſo hat man

$$v = \frac{d\,x}{d\,t} \text{ oder } d\,t = \frac{d\,x}{v}$$

Dieſer Ausdruck für d t in die obere Gleichung ſubſtituirt, macht dieſelbe

$$v\,.\,d\,v = g\,.\cos\vartheta'\,.\,d\,x\,.$$

Wird dieſe Formel integrirt, und dabei berückſichtigt, daß die Geſchwindigkeit beim Anfange der Bewegung = 0, oder daß für x = 0, auch v = 0 ſein muß, ſo erhält man

$$\frac{v^2}{2} = g\,.\cos\vartheta'\,.\,x\,.$$

Dieſe Gleichung giebt die Geſchwindigkeit des bewegten Körpers für jeden Punkt der erſten geneigten Ebene an.

Digitized by Google

Wenn der Körper daher in dem Punkte B angekommen iſt, und die Entfernung deſſelben von dem Anfangspunkte der Bewegung wird durch X' bezeichnet, ſo iſt

$$v^2 = 2\,g\cos.\vartheta'.x'.$$

Dieß iſt die Geſchwindigkeit, welche der Körper bereits in dem Moment erlangt hat, in dem er von der erſten geneigten Ebene zur zweiten übergeht. Dieſe Geſchwindigkeit hat jedoch der Körper nur in einer der erſten Ebene parallelen Richtung erlangt, und es würde daher eine der gegenſeitigen Neigung beider Ebenen entſprechende Mittelgeſchwindigkeit daraus hervorgehen, wenn der Uebergang aus einer Ebene in die andere plötzlich (durch einen Winkel) ſtattfände, wenn aber der Uebergang durch einen Bogen, der beide Ebenen tangential berührt, ſtattfindet, ſo wird kein Verluſt an Geſchwindigkeit und Kraft eintreten; der Körper wird vielmehr ſeinen Lauf auf der zweiten Ebene mit derſelben Geſchwindigkeit beginnen, mit der er denſelben auf der erſten Ebene beſchloſſen hat.

Auſſerdem aber wird der Körper auch hier durch die Schwerkraft bewegt. Wenn ϑ'' der Winkel iſt, den die zweite geneigte Ebene mit der vertikalen bildet, ſo wird hieraus eine beſchleunigende Kraft hervorgehen.

$$p' = g.\cos\vartheta''$$

und man erhält durch dieſelben Betrachtungen für die zweite Ebene, wie vorher

$$v^2 = 2\,g.\cos\vartheta''\,x + C.$$

Die conſtante C beſtimmt ſich dadurch, daß für $x = 0$ v gleich der Geſchwindigkeit werden muß, welche beim Anfang der Bewegung auf der zweiten geneigten Ebene ſtattfindet. Dieſe Geſchwindigkeit iſt aber nach dem Vorhergehenden

$$V^2 = 2\,g.\cos\vartheta'\,x'$$

man hat daher $C = 2\,g.\cos\vartheta'.x'$.

Subſtituirt man dieſen Werth von C in dem Ausdruck für die auf der zweiten geneigten Ebene ſtattfindende Geſchwindigkeit, ſo erhält man

$$v^2 = 2\,g.\cos\vartheta''\,x + 2\,g.\cos\vartheta'.x'.$$

Digitized by Google

Wenn nun die Verticalhöhen der geneigten Ebenen mit z' und z'' bezeichnet werden, ſo hat man

$$x' . \cos \vartheta = z' \text{ und } x . \cos \vartheta'' = z'' .$$

Die letzte Gleichung für v^2 nimmt daher die Form

$$v^2 = 2\,g\,(z' + z'') \text{ oder } v_2 = 2\,g\,z .$$

an, wenn z die Höhe des Punktes, wo ſich der bewegte Körper unter dem Anfangspunkte der Bewegung befindet bezeichnet.

Dieß iſt die Gleichung für den Fall, daß der Körper ſich ohne Reibung auf der geneigten Ebene bewegt. Man ſieht daher, daß in dieſer Gleichung $v = 0$ nur dann wird, wenn $z = 0$, d. h. der bewegte Körper wird nur dann erſt ſtehen bleiben, wenn er eine geneigte Ebene von entgegengeſetzter Neigung, wie die erſtere, herausgelaufen iſt, und bis zu einem mit dem Anfange gleich hoch liegenden Punkte.

Wenn aber bei der Bewegung des Körpers Reibung ſtattfindet, ſo wird dieſe, da ſie nach der Erfahrung nicht von der Geſchwindigkeit abhängt, als eine gleichförmig verzögernde Kraft wirken, entgegengeſetzt demjenigen Theile der Schwerkraft, welche parallel mit der geneigten Ebene wirkt.

Durch Einführung dieſer neuen Kraft werden die beſchleunigenden Kräfte der Bewegung auf jeder der beiden geneigten Ebenen nicht mehr

$$g . \cos \vartheta' \text{ und } g . \cos \vartheta'' \text{ ſein, ſondern}$$
$$g . \cos \vartheta' - f \text{ und } g . \cos \vartheta'' - f ,$$

wenn f die der Reibung entſprechende verzögernde Kraft bezeichnet.

In dieſem Falle wird daher die Geſchwindigkeit des Körpers an irgend einem Punkte m der zweiten Ebene, welcher von dem Punkte B um die Länge x entfernt iſt, ſein.

$$v^2 = 2\,(g . \cos \vartheta'' - f)\,x + 2\,(g . \cos \vartheta' - f)\,x' .$$

Wenn nun wie vorher anſtatt $x . \cos \vartheta''$, z'' anſtatt $x' . \cos \vartheta'$, z' und endlich für $z'' + z'$, z geſetzt wird, ſo erhält man:

$$v^2 = 2\,g . z - f\,(x' + x) .$$

Dieſe Gleichung gibt die Geſchwindigkeit des bewegten Körpers mit Berückſichtigung der Reibung an irgend einem Punkte ſeines Laufes an. In dieſem Falle kann nach der

Gleichung $v = 0$ nur dann werden, wenn $z = 0$; $x' = 0$; $x = 0$, d. h. entweder am Anfange der Bewegung oder wenn

$$g\,z - f\,(x' + x) = 0\,.$$

Wenn daher der einmal auf dieſe Weiſe in Bewegung geſetzte Körper an irgend einem Punkte, etwa in m ſtehen bleibt, ſo muß dieſer Punkt obiger Gleichung Genüge leiſten, und es iſt für denſelben

$$g\,z = f\,(x' + x)\,.$$

Wenn beide Seiten dieſer Gleichung im M, der Maſſe des bewegten Körpers multiplicirt werden, ſo entſteht daraus:

$$g\,.\,M\,.\,z = f\,.\,M\,.\,(x' + x),$$

g iſt die Schwerkraft auf ein Element des Körpers . g . M . iſt dieſelbe daher auf den ganzen Körper oder das Gewicht deſſelben, welches wir mit P bezeichnen wollen. Ebenſo iſt f die verzögernde Wirkung der Reibung auf ein Element des bewegten Körpers und f . M . dieſe Wirkung auf den ganzen Körper, oder die Reibung deſſelben. Wenn man dieſe Reibung F nennt, und dieſe beiden Subſtitutionen vollzieht, ſo erhält man:

$$P\,z = F\,(x \times x')\,.$$

Nehmen wir nun an, daß der Körper vom Anfange an frei auf einer geneigten Ebene herabgelaufen, und nur bis zum Punkte m, aber nicht weiter fortbewegt ſey, ſo muß dieſer Punkt nothwendig die oben geſtellte Bedingung erfüllen, ohne welche der Körper nicht hätte ſtehen bleiben können. Wenn man daher die Größen z, x, x′ beſtimmt, und das Gewicht P kennt, ſo enthält die Gleichung nur noch die unbekannte Größe F, deren Werth eben daraus hervorgeht,

$$F = P\,.\,\frac{z}{x \times x'}\ ^{*)}$$

*) Nennt man den generellen Reibungs-Coefficienten des Wagens f und die Höhe des Schienenweges von dem Anfangspunkte der Bewegung bis zu dem, wo der Wagen ſtehen bleibt h, die Länge deſſelben (nach der Krümmung gemeſſen) l, ſo iſt $f = \frac{h}{l}$

Wenn man nun nach dieſer Beſtimmung eine geneigte Ebene ſo einrichtete, daß ſie bei gleichförmiger Neigung die Höhe z und die Länge x + x′ hätte, ſo würde ſich der Körper darauf im Gleichgewicht befinden. Sein Beſtreben, ſich auf der Ebene herabzubewegen, würde genau der Reibung gleich ſein, welche ihn zu halten ſich beſtrebt. Das Verhältniß z; x + x′ giebt daher den Sinus des Winkels an, den wir den Reibungswinkel genannt haben, eine Benennung, die eben hierin begründet iſt.

Verſuche über die Reibung der Wagen.

Nach dieſem Grundſatze wurden die Verſuche auf einer der geneigten Ebenen der Liverpool=Mancheſter Eiſenbahn ausgeführt.

Von einem Punkte der geneigten Ebene von Sutton, welcher 50 Ketten oder 3300 Fuß von dem untern Ende derſelben entfernt iſt, wurden 34 Stationen, eine jede von 5 Ketten oder 330 Fuß Länge abgemeſſen, mit Nummerſteinen bezeichnet und genau nivellirt. Die Reſultate des Nivellements ſind folgende:

Nummer der Station.	Länge vom Anfangspunkt. Fuß.	Senkrechte Höhe unter dem Anfangspunkt. Fuß.	
0	0	0,	
1	330	3,47	
2	660	7,07	
3	990	10,62	
4	1320	14,36	
5	1650	18,17	
6	1980	21,77	
7	2310	25,53	
8	2640	28,98	
9	2970	32,07	
10	3300	34,61	— Fuß der geneigten Ebene, oder Mitte des Bogens,
11	3630	35,06	
12	3960	35,19	

Digitized by Google

Nummer der Station.		Länge vom Anfangspunkte.		Senkrechte Höhe unter dem Anfangspunkte.	
		Fuß.		Fuß.	
13		4290		35,23	der ſie mit der
14		4620		35,37	untern Fortſetz. d. Bahn
15		4950		35,71	verbindet.
16		5280		36,17	
17		5610		36,44	
18	—	5940	—	36,66	
19		6270		36,80	
20		6600		36,92	
21		6930		37,06	
22		7260		37,14	
23		7590		37,22	
24		7920		37,37	
25		8250		37,34	
26		8580		37,63	
27		8910		37,92	
28		9240		38,14	
29		9570		38:35	
30	—	9900	—	38,54	
31		10,230		38,67	
32		10,560		38,77	
33		10,890		38,92	
34		11,220		39,08	

Etwas unterhalb des Fußes der geneigten Ebene müſſen die Wagen über 3 Ausweichungen im Schienenwege fortgehen, von denen jede mit drei Stellzungen verſehen iſt. Dieß giebt alſo 9 Punkte, theils auf einer, theils auf der andern Seite, wo die Wagen gegen Unebenheiten gegenſtoßen und in ihrer Bewegung aufgehalten werden. Die Stelle war daher nicht ganz günſtig für die Verſuche und die gefundenen Reibungen erſcheinen deßhalb etwas größer als ſie auf grader Bahn wirklich ſind.

Die zu den Verſuchen angewendeten Wagen, beſtehen aus einer einfachen Bühne, welche von 4 Federn getragen

Digitized by Google

wird. Die Räder haben einen Durchmeſſer von 3 Fuß engl. Maaß 0m, 915 = 34, 96 . . . Zoll Preuß.) ſind auf den Achſen feſt und drehen ſich mit denſelben. Das Wagengeſtelle ruht auf den Achſen, aber außerhalb der Räder. Die außerhalb des Rades liegende Achſenſpindel hat 1³/₄ Zoll engliſche (0m, 045 = 1, 7 Zoll Preuß.) Durchmeſſer. Die Lagen ſind mit Meſſingpfannen verſehen, für die Schmiere iſt eine kleine gußeiſerne Büchſe unter der Achſe vorhanden, welche aber fortdauernd dieſelbe in Oel erhält.

Bei den Verſuchen wurde durchaus keine Veränderung mit den Wagen vorgenommen, ſie blieben in demſelben Zuſtande, indem ſie ſich für die gewöhnliche Arbeit befanden, ebenſo die Schienen.

Unter dem Wagen befinden ſich einige, wo die Achſenſpindeln verſchiedene Durchmeſſer haben, dieſelben ſind nach der Mitte hin verſtärkt, in der Mitte der Spindel etwas ſchwächer, und an ihren Enden wieder am ſchwächſten. Die Spindeln beſtehen aus 3 Theilen von gleicher Länge, welche folgende Durchmeſſer haben:

nach innen	2¹/₈	Zoll	engl.	=	0m, 054
in der Mitte	1³/₄	„	„	=	0m, 0445
nach außen	1³/₈	„	„	=	0m, 035

Durch dieſe Einrichtung ſoll die Achſe an dem Theile verſtärkt werden, wo es nöthig iſt; dieſelbe iſt aber erſt an wenigen Wagen getroffen, und der Vortheil derſelben noch nicht durch die Erfahrung bewieſen.

1. Am 29ſten Juli 1834 wurden 5 Wagen, welche nach dem Zufalle dazu beſtimmt worden waren, mit Ziegel beladen nach der Stelle der Verſuche geſchafft. Das Gewicht der belaſteten Wagen betrug 30, 65 Tonnen, mit dem Gewicht von 10 Perſonen, die ſich darauf befanden 31, 31 Tonnen, alſo das eines jeden einzelnen 6, 26 Tonnen.

Die Zug der Wagen wurde mitten in der Bahn ſo viel als möglich grade aufgeſtellt in einer Linie mit dem Anfange der bezeichneten Strecke, die Bremſen wurden gleichzeitig an den Wagen aufgehoben, und ſo wurden dieſelben der Ein=

wirkung ihrer Schwere überlaſſen. Sie ſtanden 33 Fuß jenſeits des Nummerſteines Nro. 30 ſtille, hatten daher einen Weg von 9933 Fuß, mit einem Fallen von 38, 55 Fuß zurückgelegt.

In den vorigen Gleichungen erhält man daher für dieſen Fall $x + x' = 9933$ Fuß und $z = 38, 55$ Fuß.

Der generelle Reibungscoefficient iſt daher $^{38,55}/_{9933} = {}^{1}/_{258}$; die zum Fortziehen von 1 Tonne erforderliche Kraft daher 8, 69 Pfd. ($= {}^{2240}/_{258}$). In dieſe Reibung iſt aber noch eingeſchloſſen der Widerſtand der Luft und der aus dem oben bemerkten Zuſtande der Bahn ſich ergebende Widerſtand.

2. Es wurden nun von einem jeden Wagen 300 Ziegelſteine abgeladen, welche 2565 Pfund oder 1, 145 Tonnen wiegen, ſo daß das Gewicht der 5 Wagen, einſchließlich derſelben 10 Perſonen, 25, 58 Tonnen oder für jeden einzelnen Wagen 5, 12 Tonnen betrug.

Nachdem die Wagen wieder ebenſo wie beim erſten Verſuche aufgeſtellt und losgelaſſen worden waren, liefen ſie bis 84 Fuß jenſeits des Nummerſteines Nro. 28, in dem ſie eine Länge von 9324 Fuß mit 38,19 Fuß Gefälle zurückgelegt hatten. Der generelle Reibungscoefficient war $^{1}/_{244}$; die Kraft zum Fortziehen von 1 Tonne daher 9, 17 Pfund. Die Reibung einſchließlich aller Widerſtände war daher bei der geringern Belaſtung im Verhältniß größer.

Die Wagen wurden nun ein jeder einzeln verſucht. Die Reſultate ſind folgende:

Verſuche.	Nro. des Wagens.	Ganzes Gewicht.	Durchlaufener Weg.	Fallen des Weges.	Genereller Reibungs-Coeffi-cient.	Kraft zum Fortziehen einer Tonne.
		Tonnen.	Fuß	Fuß		Pfund.
III	294	4,65	7326	37,16	$^{1}/_{197}$	11,36
IV	100	5,15	6663	36,95	$^{1}/_{180}$	12,42
V	196	5,20	7455	37,19	$^{1}/_{200}$	11,17
VI	202 leer	1,85	6204	36,78	$^{1}/_{169}$	13,28

Digitized by Google

An dem Wagen Nro. 100 fand ſich bei ſeinem Still- ſtande eins der Achſenlager ſehr erhitzt, was wahrſcheinlich deſſen früheres Stillſtehen veranlaßte. Der leere Wagen hat nur eine geringe Höhe, er hat nur eine grade Bühne, mit einem dünnen Gitter umgeben.

Nach dieſen Verſuchen bietet jeder Wagen einzeln einen Widerſtand von 11, 3 Pfund per Tonne dar, während die- ſelben in einem Zuge vereint, nur 9, 17 Pfd. per Tonne geben. Dieſer Unterſchied hängt offenbar mit dem Wider- ſtande zuſammen, welchen die Luft nur dem erſten Wagen des ganzen Zuges entgegenſtellt. Wenn daher der ganze Zug nur aus einem Wagen beſteht, ſo muß dieſer den gan- zen Widerſtand der Luft überwinden, wenn aber mehrere Wagen hintereinander folgen, ſo vertheilt ſich dieſer Wider- ſtand auf die geſammte Anzahl der Wagen und wird daher auf einen jeden einzelnen derſelben weniger bemerkbar.

Daſſelbe Reſultat ergiebt ſich aus einer Vergleichung des 1ſten und 2ten Verſuches. Ein ſchwerer Wagenzug bie- tet einen verhältnißmäßig geringern Widerſtand dar, als ein leichter, weil die Hemmung, welche die Luft ſeiner Bewe- gung entgegenſtellt in beiden Fällen abſolut gleich bleibt, ſich aber im erſten Falle auf eine größere Anzahl von Ton- nen, als in letzteren vertheilt.

Um die vorliegende Unterſuchung zu vervollſtändigen, ſchien es daher nothwendig, noch weitere Verſuche mit Wa- genzügen von verſchiedenem Gewichte und unter abgeänder- ten Umſtänden anzuſtellen. Dieſe Verſuche wurden mit Wa- gen gemacht, welche mit Waaren aller Art wie ſie der ge- wöhnliche Verkehr auf der Eiſenbahn grade darbot, bela- den waren.

Da dieſe Verſuche ganz auf dieſelbe Weiſe wie die vor- hergehenden angeſtellt wurden, ſo laſſen ſich deren Reſultate am zweckmäßigſten vereint mit den bereits erwähnten in die folgende tabellariſche Ueberſicht zuſammenſtellen.

Digitized by Google

Nro. des Verſuches.	Datum an dem der Verſuch angeſtellet wurde.	Bezeichnung der Wagenzüge.	Gewicht des Wagenzuges.	Gewicht eines Wagens.	Durchlaufene Entfernung.	Fallen der Entfernung.	Zeitdauer der Bewegung.	Genereller Reibungs-Coëfficient.		Reibungs-Widerſtand auf 1 Tonne.	Bemerkungen.
			Tonnen.	Ton.	Fuß.	Fuß.	M. S.			Pfund.	
	1834										
VI.	29. Juli	1 leerer Wagen	—	1,85	6204	36,78	—	1/169	=0,00593	13,28	Der Wagen hat eine einfache Bühne mit einem Gitter.
VIII.	30. „	1 Beiwagen der Locomotivmaſchine	—	4,5	5967	36,66	—	1/163	0,00614	13,76	Die e Beiw. biet. d. Luft eine große Widerſtandsfläche dar.
III.	29. „	1 beladener Wagen	—	4,65	7326	37,16	—	1/197	0,00507	11,36	
IV.	—	1 beladener Wagen	—	5,15	6663	36,95	—	1/180	0,0051	12,42	Eine Pfanne war ſehr heiß geworden.
V.	—	1 beladener Wagen	—	5,2	7455	37,19	—	1/200	0,00499	11,17	
IX.	31. Juli	1 Beiwagen der Locomotivmaſchine	—	5,5	7266	32,88	—	1/221	0,00452	10,13	
II.	29. „	5 beladene Wagen	25,58	5,12	9324	38,19	10′ 20″	1/244	0,00409	9,17	
I.	—	5 beladene Wagen	31,31	6,26	9933	38,55	10′	1/258	0,00388	8,69	
XI.	1. Auguſt	10 beladene Wagen und 1 Beiwagen der Locomotivmaſchine	48,72	4,43	10008	38,58	11′ 45″	1/259	0,00386	8,64	
X.	31. Juli	14 beladene Wagen	61,65	4,4	9579	35,32	—	1/271	0,00369	8,26	
VII.	30. „	19 „ „	92	4,84	10728	38,85	11′	1/276	0,00362	8,11	
XII.	1. Auguſt	24 „ „ und 1 Beiwagen	110	4,4	10668	38,82	—	1/275	0,00364	8,15	
XV.	15. „	7 Wagen, 1 Beiwagen und eine Locomotivmaſchine an der Spitze	40,59	4,00	8175	37,35	8, 30″	1/219	0,00457	10,23	Einſchließlich des Reibungswiderſtandes der Locomotivmaſchine
XIII.	2. „	17 Wagen, 1 Beiwagen und Locomotivmaſchine	94,96	4,78	11262	39,10	—	1/288	0,00347	7,78	
XIV.	—	20 Wagen, 1 Beiwagen und 1 Locomotivmaſchine . .	110,14	4,83	10911	38,75	12′ 10″	1/282	0,00355	7,96	

Das Wetter war während dieſer Verſuche ruhig und ſchön. Es wurde bei denſelben keine beſondere Sorgfalt auf Schienen und Wagen verwendet, noch überhaupt etwas an deren gewöhnlichen Zuſtand geändert.

Reibung der mittleren Wagen in einem Zuge.

Der Einfluß, welchen der Widerſtand der Luft ausübt, iſt bereits bemerkt worden. Wenn 5 Wagen zu einem Zuge verbunden ſich bewegen, ſo iſt ihr Reibungswiderſtand, 9, 17 Pfd. auf 1 Tonne ihres Gewichtes, und wenn dieſelben 5 Wagen einzeln ſich bewegen, ſo iſt ihr mittlerer Widerſtand 11, 65 Pfd. auf 1 Tonne. Die anderen Verſuche liefern ähnliche Reſultate. Wenn man die aus vielen Wagen zuſammengeſetzten Züge mit denen vergleicht, welche nur wenige Wagen enthalten, ſo bieten die erſteren immer geringere Reibungswiderſtände, als die letzteren dar, indem ſie die Luft mit derſelben Fläche durchſchneiden.

Der direkte Widerſtand der Luft wird nur gegen den erſten Wagen ausgeübt. Die in der Ueberſicht vorangeſtellten 6 Verſuche mit einem einzelnen Wagen ergeben den Widerſtand eines an der Spitze eines Zuges laufenden Wagens. Wenn dieſer bei den anderen Erfahrungen in Abzug gebracht wird, ſo erhält man den Widerſtand der mittleren Wagen eines Zuges, d. h. den Reibungswiderſtand unabhängig von demjenigen der Luft.

Das Mittel der Verſuche II., III., IV., V., VI., giebt den Reibungswiderſtand eines beladenen Wagens an der Spitze eines Zuges zu 11, 77 Pfd. auf eine Tonne, In dem Verſuche Nro. VII. iſt das Gewicht des ganzen Zuges, 25,28 Tonnen. Der Widerſtand auf 1 Tonne 9, 17 Pfd., daher der geſammte Widerſtand des Zuges 234,5 Pfd.

Wird hiervon der Widerſtand des erſten Wagens = 5, 12 × 11, 77 = 60,25 in Abzug gebracht, ſo erhält man

Digitized by Google

für den Reibungswiderſtand der 4 nachfolgenden Wagen 174,25 Pfund, und daher für 1 Tonne Gewicht derſelben 8,5 Pfund.

Ueberſicht der Reſultate der vorhergehenden Verſuche über den Reibungswiderſtand der mittleren Wagen eines Zuges.

Wenn man eine ähnliche Berechnung für die übrigen Verſuche anſtellt, wie die ſo eben vorhergegangene und noch die Reſultate derjenigen Verſuche hinzufügt, wo die Locomotivmaſchinen mit den Wagenzügen vereint bleiben, ſo erhält man daraus nachſtehende Tafel.

Widerſtand der mittleren Wagen der Züge, oder Widerſtand der Wagen mit Ausſchluß desjenigen, den die Luft auf den erſten ausübt.

Nro. des Verſuchs.	Anzahl der Wagen.	Gewicht der Wagenzüge.	Mittleres Gewicht eines Wagens.	Widerſtand des erſten Wagens im Zuge auf 1 Tonne.	Widerſtand der mittleren Wagen im Zuge auf 1 Tonne.	Genereller Reibungs-Coefficient der mittleren Wagen.
		Tonnen.	Tonnen.	Pfd.	Pfd.	
II.	5	25,58	5,12	11,77	8,5	0,00380 $^1/_{263}$
I.	5	31,31	6,26	11,77	7,92	0,00354 $^1/_{282}$
XI.	11	48,72	4,43	11,77	8,33	0,00372 $^1/_{268}$
VII.	14	61,65	4,40	11,77	7,99	0,00357 $^1/_{280}$
XII.	19	92,00	4,84	11,77	7,91	0,00353 $^1/_{283}$
X.	25	110,00	4,40	11,77	7,99	0,00357 $^1/_{280}$
XV.	8	33,52	4,00	15,84	9,04	0,00404 $^1/_{247}$
XVI.	18	86,76	4,78	13,78	7,21	0,00322 $^1/_{310}$
XIV.	21	101,80	4,83	15,22	7,35	0,00328 $^1/_{305}$
Summe und Mittel	126	— 591	4,78		8,03	0,00359 $^1/_{279}$.

Der mittlere Reibungswiderſtand ergiebt ſich daher zu 8 Pfund auf 1 Tonne (von 2240 Pfd.) wenn man nur die mittleren Wagen eines Zuges betrachtet. In allen den Fällen

Digitized by Google

aber, welche bei der Bewegung der Wagen auf einer Eiſenbahn zu betrachten vorkommen, geht die Locomotivmaſchine immer dem Wagenzuge voraus. Auf dieſe fällt daher auch der direkte Widerſtand der Luft, und derſelbe wird bei der ſogenannten todten Reibung, oder dem todten Widerſtande der Locomotivmaſchine ſelbſt berückſichtigt, ſo daß hieraus folgt, daß ſämmtliche Wagen nur als mittlere Wagen eines Zuges betrachtet werden können. Ihr eigener Reibungswiderſtand kann daher auch nur mit 8 Pfd. pro Tonne ihres Gewichtes in Anſatz gebracht werden.

Das mittlere Gewicht eines Wagens iſt nach der vorhergehenden Tafel 4,78 Tonnen. Ein ſolcher Wagen an der Spitze eines Zuges geſtellt giebt einen Widerſtand von 11,77 Pfd. pro Tonne, oder überhaupt von 56 Pfd.; an einer mittleren Stelle im Zuge giebt er aber nur einen Widerſtand von 8,03 Pfd. per Tonne, oder überhaupt von 38 Pfd. Der Unterſchied beider Reſultate iſt dem Hinderniſſe zuzuſchreiben, welches die Luft ſeiner Bewegung entgegenſtellt. Die Luft bewirkt daher einen Widerſtand von 17 bis 18 Pfd. bei einem Wagen von geringer Höhe bei der mittleren Geſchwindigkeit, welche die Wagen bei den Verſuchen erlangten. Dieſe Geſchwindigkeit beträgt etwa 12 engliſche Meilen in der Stunde oder 16 Fuß in der Secunde, indem eine Entfernung von etwa 10000 Fuß in durchſchnittlich 10 Minuten zurückgelegt wurden.

Dieſe Erfahrung ſtimmt mit den direkten Verſuchen über die Kraft des Windes überein. Man weiß, daß der Wind bei einer Geſchwindigkeit von 20 Fuß in der Secunde auf einer Fläche von 1 Fuß einen Druck von etwas weniger als 1 Pfd, etwa 0,915 Pfd ausübt. Alſo anders ausgedrückt, eine Fläche von 1 □ Fuß, welche die Luft mit einer Geſchwindigkeit von 20 Fuß in der Secunde durchſchneidet, erleidet einen Widerſtand von 0,915 Pfund [1]). Daher muß

---

[1]) Die Verſuche von Borda ergeben, im Pariſer Maaß, die Kraft des Windes bei 20 Fuß Geſchwindigkeit zu 1 Pfd. auf 1 □ Fuß.

Digitized by Google

ein beladener Wagen, welcher der Luft eine Fläche von ohngefähr 22, 5 □ Fuß entgegenſtellt, einen Widerſtand von ohngefähr 20 Pfd. erleiden.

Wenn man bei den Verſuchen den direkten Widerſtand der Luft gegen den erſten Wagen im Zuge einmal in Abzug gebracht hat, ſo erſcheint der Widerſtand, den die übrigen Wagen des Zuges erleiden, unabhängig von deren Anzahl. Die Unterſchiede welche ſich bei den Verſuchen alsdann noch herausſtellen, ſcheinen nur in zufälligen Umſtänden ihren Grund zu haben, wie in dem Zuſtande der Schienen, oder des Windes, in der Beſchaffenheit der Schmiere der Räder, welche immer einen geringen Einfluß auf die Reſultate behaupten.

Verſuche über die Reibung der Wagen ohne Federn.

Da die vorhergehenden Verſuche mit Wagen angeſtellt worden waren, welche mit Federn verſehen und überhaupt nach einem vervollkommneten Principe gebauet ſind, ſo ſchien es glaublich, daß die gewöhnlichen Wagen, ohne Federn, der Bewegung einen größeren Widerſtand entgegenſtellen würden.

Um dieſen Umſtand genauer zu ermitteln, wurden einige Verſuche auf der Eiſenbahn von Darlington-Stokton genau nach derſelben Methode, wie die vorhergehenden, angeſtellt.

Die dazu gebrauchten Wagen ſind diejenigen, welche auf dieſer Eiſenbahn gewöhnlich angewendet werden [1]). Die Räder derſelben haben 3 Fuß Durchmeſſer wie auf der Liverpool-Eiſenbahn. Ihr Gewicht iſt leer 1, 3 Tonnen und mit der Laſt 4 Tonnen. Sie haben keine Federn. Die Achſenſpindel hat 3 Zoll Durchmeſſer, wo die Lagerpfanne auf derſelben aufliegt. Die Achſenſpindel an den Wagen der Liverpool-Bahn hat nur $1^1/_3$ Zoll Durchmeſſer. Dieſer Un-

---

[1]) Sie ſind in den Fig. 109 a bis e Taf. x abgebildet.

Digitized by Google

terſchied rührt daher, daß bei dieſen letzteren Wagen der Ruhepunkt des Wagens auf den Achſen außerhalb der Räder liegt, und daher ohne Schaden in ſeinem Durchmeſſer ſo weit verſchwächt werden kann, während die Achſe ſelbſt in der Mitte, und da wo die Räder auf derſelben befeſtigt ſind, die erforderliche Stärke behält. Bei den Wagen auf der Darlington Bahn hingegen, liegen die Ruhepunkte des Wagens auf der Achſe innerhalb der Räder, daher nicht an dem Ende der Achſe, ſondern mehr nach ihrer Mitte und dieſer Theil darf nicht unter 3 Zoll Stärke erhalten, weil er außer der Laſt des Wagens auch noch die Räder in einer feſten und unveränderten Stellung zu erhalten hat und den Seitenpreſſungen und den Einwirkungen der Drehung, welche beſtändig während der Bewegung auf die Räder fallen, widerſtehen muß.

Die Verſuche mit dieſem Wagen ergaben nachſtehende Reſultate:

Nro. der Verſuche.	Anzahl der Wagen des Zuges.	Durchlaufener Weg bevor die Wagen zum Stillſtand kamen.	Höhedifferenz des Anfangpunkts und desjenigen, wo die Wagen ſtill ſtanden.	Genereller Reibungs-Coeffizient.	Widerſtand auf 1 Tonne (2240 Pfd.) d. Gewichts der Wagen.
		Fuß.	Fuß.		Pfund.
I.	12	9552	34,56	$^1/_{276}$ 0,00362	8,11
II.	4	9600	34,60	$^1/_{277}$ 0,0036	8,07
III.	16	10500	35,04	$^1/_{300}$ 0,0034	7,48
IV.	8	9894	34,82	$^1/_{284}$ 0,00352	7,88
			Mittel	0,00352	7,88

Während dieſer Verſuche wehete ein ziemlich ſtarker Wind in der Richtung und übereinſtimmend mit ihrer Bewegung, was um ſo mehr zu bemerken iſt, als bisweilen Wagenzüge lediglich auf den Eiſenbahnen durch die Einwirkung des Windes auf beträchtliche Strecken fortgeführt werden. Alle Wagen befanden ſich in einem guten Zuſtande und namentlich waren die bei den Verſuchen III. und IV. angewendeten die beſten auf dem ganzen Wege.

Digitized by Google

Dieſe Verſuche hatten gegen die Erwartung beſſere Reſultate geliefert, als bei den mit Federn verſehenen Wagen; es ſchien daher nothwendig den Einfluß der Federn an dieſen Wagen auf den Widerſtand in ihrer Bewegung durch einen direkten Verſuch zu beſtimmen.

Zu dieſem Endzwecke wurde die Bühne an einem Wagen, welche auf Federn ruhte, durch Keile in die Höhe geſpannt, ſo daß die Federn außer Wirkſamkeit geſetzt wurden. Der Wagen wurde mit Blockblei beladen, an Gewicht etwa 2 Tonnen, und ergab ſo bei dem Verſuche einen Widerſtand von 8,58 Pfd. auf 1 Tonne. Darauf wurden die Keile entfernt, ſo daß die Bühne mit der Laſt auf den Federn ruhete, und zeigte der Wagen nunmehr einen Widerſtand von 8,35 Pfd. auf 1 Tonne ſeines Gewichts.

Dieſer Verſuch zeigte eine geringe Verminderung des Widerſtandes bei der Anwendung der Federn; dieſer Vortheil kann jedoch leicht durch andere Umſtände überwogen werden, die ſonſt nicht ſehr auffallen, wie die Politur und die Schmiere der Lagerpfannen, die Höhe der Belaſtung, und im Allgemeinen muß man unter beiden Verhältniſſen den Widerſtand der Reibung zu 8 Pfd. pro 1 Tonne, oder den generellen Reibungscoefficienten zu $^1/_{280} = 0{,}00357$ annehmen.

Einwirkung des Fuhrwerks auf die Eiſenbahn [1])

Die Fuhrwerke zerſtören allmählig eine Eiſenbahn, ſo wie ſie auch eine Chauſſée zerſtören; allein die Eiſenbahn verhält ſich dabei anders, weniger leidend als die Chauſſée, ſie wirkt bei ihrem Widerſtande zurück. Die Laſtwagen ſtoßen die Schienen an ihren Fugen, treiben ſie von einander, biegen ſie und zerbrechen ſie ſogar zuweilen; ſie erſchüttern die Tragſteine, ſtoßen und treiben ſie in den Boden. Fährt

[1]) Nach Minard's Vorleſungen. S. 174.

man auf einer Eiſenbahn, ſo fühlt und hört man bei jeder Schienenfuge einen kleinen Stoß und wenn die Schienen auch noch ſo genau gelegt ſind. Der kleine Zwiſchenraum zwiſchen den Schienen macht ſchon, daß ſich das Rad nicht ſtetig fortbewegt, ſondern beim Uebergang von einer Schiene zur andern einen kleinen Stoß bekommt. Liegen die benachbarten Schienen nicht gleich hoch, ſo iſt der Stoß ſtärker und fühlbarer, wenn ſich das Rad auf die vorſpringende Schiene hinaufhebt, als wenn es von dem Vorſprung herunter rollt. Im erſten Falle findet der Stoß ſtatt, ehe der Mittelpunkt des Rades in die Verlikallinie durch die Fuge gelangt iſt, und die Schiene wird vorwärts getrieben, ehe das Rad hinauf ſteigt. Im zweiten Falle findet der Stoß ſtatt, nachdem der Mittelpunkt des Rades über die Fugen hingegangen iſt; und die Schiene, welche das Rad verlaſſen hat, wird in dem Augenblick, wo das Rad herabſteigt, ſchwach rückwärts getrieben. Die Schienen, welche vor den andern hervortreten, werden alſo immer nach einer und derſelben Richtung geſtoßen, die Wagen mögen hin oder zurück fahren; und da nun ohngefähr gleich viel Schienen nach dieſer und nach jener Richtung vorſpringen mögen, ſo können ſich die Wirkungen in der Summe aufheben. Iſt aber das Gefälle ſtark, und der Verkehr bergab ſtärker, als bergauf, ſo werden die vorſpringenden Schienen von den hinabfahrenden Wagen mit mehr Geſchwindigkeit und Kraft geſtoßen, als von den hinauffarenden; die Schienen werden alſo immerfort bergab gedrängt, Auf der Lyoner Straße ſind alle Schienen von St. Etienne (bergab nach Rive-de-Gier, und ſelbſt von da nach Givors zu getrieben worden. Sie ſind in den Schienenſtühlen geglitten, und manche ſind im Begriff, aus demſelben herauszuſpringen. Hierzu hat indeſſen mitgewirkt, daß hier die Räder ſelbſt die Schienen mit fortzuziehen ſtreben; denn dieſe ganze Straße iſt in Einem fort krumm; jedes Paar Räder muß alſo, um ſich mit gleicher Geſchwindigkeit bewegen zu können, gleiten, muß ſich in den Schienen reiben und ſie alſo mehr bergab als berg-

Digitized by Google

auf ziehen. Dieſe Reibung an der Seite iſt, wegen der großen Geſchwindigkeit und der Schwungkraft beträchtlicher beim Hinabfahren der Wagen.

Dieſe Verſchiebung der Schienen, welche zeigt, mit welcher Kraft die Schienenſtühle und Steine geſtoßen werden, iſt ſchwer zu verhindern. Indeſſen ſcheint ſie nicht Statt zu finden, wenn die Schienen in den Schienenſtühlen durch quer durchgehende Bolzen, oder durch eiſerne Keile, feſtgehalten werden. Auf der Lyoner Straße hat man dem Uebelſtande dadurch abzuhelfen geſucht, daß man dem Boden derjenigen Schienenſtühle, welche unter den Stößen der Schienen liegen, einen Vorſprung giebt, gegen welchen das zu dieſem Zweck ausgekerbte Ende der Schiene ſich ſtemmt. Es wird auf dieſe Weiſe eine Schiene nur durch die Stabilität eines Steins gehalten, und die Erfahrung muß erſt lehren, ob der Widerſtand hinreichend ſein wird.

Die Räder der Wagen drängen ferner die Schienen aus einander, wenn ſie ſich ſtärker an die eine als an die andere Reihe derſelben legen; und auch die Ränder der Räder treiben die Schienen nach außen, wodurch ſie von einander entfernt werden. Dieſe Preſſung nach der Seite zeigt ſich ſichtbar nach der Abnutzung der Räder, die insbeſondere in der Ecke zwiſchen der Felge und ihrem Rande Statt findet.

Die Laſtwagen werden durch mehrere Wirkungen auf die Seite getrieben, nämlich:

1) Durch die Schwungkraft in den Krümungen;

2) Durch den Wind, wenn er nicht parallel mit den Schienen weht;

3) durch das Wanken der Wagen, wenn die beiden Schienenreihen unter einer und derſelben Wagenaxe nicht gleich hoch liegen;

4) Durch eine etwanige Excentricität der Räder;

5) durch Aenderungen in der Richtung der Straße;

6) durch Wirkung eines Wagens auf den andern, wenn ſie anhalten, ſich in Bewegung ſetzen, oder plötzlich ihre Geſchwindigkeit ändern; denn da die Richtung des Zu-

Digitized by Google

ges nicht immer genau durch den Schwerpunkt des Wagens geht, wie ſie auch angehängt ſein mögen, ſo drehen ſich die Wagen und treiben beide Schienenreihen nach auswärts.

Daß die Schienen von der Laſt gebogen und die Steine in die Erde getrieben werden, gehört zu den ſchlimmſten und häufigſten Beſchädigungen einer Eiſenbahn, beſonders ſeitdem man angefangen hat mit Dampfwagen und mit außerordentlicher Geſchwindigkeit zu fahren. Es verhält ſich mit dieſer Wirkung folgendermaaßen: Man nehme eine horizontale Eiſenbahn an, nach dem Syſteme der Liverpooler gebaut, mit $14^1/_2$ Fuß langen Schienen, die alle 2 Fuß $10^4/_5$ Zoll unterſtützt und über jedem Stein in den Schienenſtuhl eingeklemmt ſind. Man nehme ferner an, daß das Terrain gleichförmig aber nicht ſtark genug widerſtehe, ſo läßt ſich zunächſt erachten, daß die unter den Stößen der Fugen liegenden Steine, ſtärker als die andern in die Erde getrieben werden, indem die Stellen der Schienen an den Fugen die ſchwächern ſind. Giebt nun der Stein unter dem Stoße nach, ſo wird ſich die auf ihn ſtützende Schiene biegen, ſobald ein Wagen darüber hinfährt und folglich über dem nächſten Stein convex werden. Giebt dagegen der Boden unter den mittlern Steinen nach, ſo wird die Schiene dort durch das Gewicht des Wagens gebogen, darauf aber durch die Elaſticität des Eiſens wieder in ihre urſprüngliche Geſtalt zurück verſetzt.

Bei dem Uebergange eines Wagens wird ſich alſo der Stein ſenken und heben; der durch ihn gleichſam gerammte Boden wird, wie der Stein ſelbſt, immer weiter nachgeben. Noch größer wird das Uebel ſeyn, wenn der Boden naß iſt, oder auf ſeiner Oberfläche Waſſer ſteht. Das Waſſer wird ſchneller in die Höhlung unter den Stein dringen, der Boden dort erweichen und nun wird der Stein noch um ſo mehr nachgeben. Dieſes läßt ſich deutlich erkennen, wenn man die Bewegung der Wagen, und der Steine nach einem ſtarken Regen beobachtet. Die Mitte der Schienen alſo, die ſtärker widerſtehen zu müſſen ſcheint, als die Enden, kann,

Digitized by Google

weil ſie ſich leichter wieder hebt, ſogar mehr nachgeben als die Enden. Eine ſich in dieſem Falle befindende Schiene, wird alſo in dem Augenblicke, wo ſich der Wagen in ihrer Mitte befindet, ſehr concav ſein. Dadurch öffnet ſich dann die Fuge des Stoſſes oberhalb, die Ecken der Enden heben ſich und bilden einen Vorſprung, gegen welchen ſich die Räder des nämlichen Wagens, oder die des folgenden ſtoßen. Es erklärt ſich hieraus, wie die Fuhrwerke ſtark geſtoßen werden können, obgleich die Bahn vor dem Uebergange der Wagen ganz eben zu ſein ſchien; beſonders dann, wenn der Boden der Schienenſtühle unter den Stößen nicht convex gemacht iſt, welches bei der Eiſenbahn von Leeds nach Selby, oder bei der von Nürnberg nach Fürth angeordnete, Mittel das beſchriebene Uebel noch am beſten zu heben ſcheint. Man bemerke noch, daß, da die bleibende Krümmung, welche eine Schiene ans der beſchriebenen Urſach annimmt, nicht alle Elaſticität des Eiſens vernichtet, das Rammen der Steine dennoch Statt findet. Die Schiene krümmt ſich immer ſtärker und die Straße leidet immer mehr.

Daß die Schienen ſich biegen und die Steine oder hölzernen Querunterlagen ſich eindrücken, iſt Thatſache. Die Schienen biegen ſich nicht allein zwiſchen ihren Endpunkten, ſondern ſelbſt zwiſchen zwei benachbarten Stützpunkten. Auf der ſteinernen Brücke zu Mancheſter ſah Hr. Minard die Schienen unter der Laſt eines Dampfwagens, der mit ſeinem Munitionswagen an der Spitze eines Wagenzugs ankam, ſich ſehr merklich biegen. Der Dampfwagen bewegte ſich nicht ſchneller, als ein Menſch im Schritt. In dem Augenblick, wo eins der Räder über den Stoß der Schienen ging, ſahe man die Schiene, welche es verließ, ſich heben und ſo wie das Rad die Fuge paſſirt war, gab die Schiene, auf welche es zu drücken anfing, nach, die Fuge der Schienen blieb immer in der nämlichen Höhe. Dieſe Bewegungen, die bei einigen Schienen ſehr merklich, bei andern unmerklich waren, und welche beim Uebergange des Hülfswagen nicht Statt fanden, ließen ſich hier, wo die ganze Straße gepflaſtert iſt,

deutlich wahrnehmen. Eben ſo ſah Hr. Minard bei Darlington, Lyon und Roanne die Schienen ſich unter dem Gewicht der Dampfwagen biegen, ja ſelbſt unter dem Gewicht der Munitions= und der Laſtwagen. Bei Epinac biegen ſich die Schienen unter den letztern. Die von den Herren Wood, Egen ꝛc. in einem frühern Kapitel dieſes Werks mitgetheilten Beobachtungs=Reſultate ergeben zwar für gleich ſtarke Belaſtungen nur Biegungen, die dem Auge nicht bemerkbar ſind; aber die Wirkung einer bewegten Maſſe iſt auch einer ruhenden Laſt gar nicht zu vergleichen; die erſtern nehmen mit der Geſchwindigkeit ſehr zu.

Iſt der Widerſtand des Terrains gleichförmig, ſo läßt ſich annehmen, daß die Steine zwiſchen den Stößen unter beiden Schienenreihen ungefähr gleichviel ſtärker im Vergleich gegen die Steine unter den Stößen werden eingedrückt werden. Liegen alſo die Stöße der Schienen einander gegenüber, wie bei Lyon, ſo werden die Krümmungen mit einander correſſpondiren; liegen aber die Stöße der einen Reihe der Mitte der Schienen der andern Reihe gegenüber, ſo werden die Höhlungen der einen Linie auf die Erhebungen der andern zu treffen. Dieſes erklärt es, wie bei der zweiten Anordnung, die Anfangs auf der Liverpooler Straße Statt fand, die Wagen eine ſchaukelnde Bewegung bekommen konnten, die an einigen Stellen ſehr ſtark war. Die Schwankungen betrugen zuweilen an $2^2/_3$ Zoll, und es waren ihrer gegen 100 in der Minute.

Man muß ſich alſo eine Eiſenbahn mit Stabeiſenſchienen nicht als gerade, ſondern als wellenförmig vorſtellen. Die Krümmungen ſind ſchwächer oder ſtärker, je nach dem Nachgeben der Steine und der Schienen, nach dem Angriffe auf die letztern und der Erhaltung der Straße. Man muß ſich vorſtellen, daß der Mittelpunkt der Trägheit eines Wagens eine Linie doppelter Krümmung durchläuft.

Die Biegung der Schienen und die Eindrückung der Steine, nimmt wegen der verticalen Krümmungen, mit der Geſchwindigkeit der Fuhrwerke zu. Man betrachte einen Wagen, der in einen von zwei gegeneinander laufenden Abhän=

gen gebildeten Winkel hinab fährt. In dem Augenblick, wo die Räder wieder zu ſteigen anfangen, wird der ſteigende Abhang nicht allein von der Laſt des Wagens getroffen, ſondern auch von der, ſenkrecht auf den Abhang zerlegten, Wirkung der bewegten Maſſe, welche mit der Geſchwindigkeit zunimmt. Zwar ſind die Schienen nicht gerade in ſpitzen Winkeln gebogen, gleichwohl aber iſt die Wirkung auf den ſteigenden Theil der Schienen der in ſolchem Falle ähnlich. Wo die Krümmung regelmäßig iſt, findet ein von der Schwungkraft, die im Quadrat der Geſchwindigkeit zunimmt, herrührender Ueberſchuß des Drucks ſtatt. Durch die wellenförmigen Krümmungen und die Geſchwindigkeiten, die zuweilen Statt finden, wird das Gewicht der bewegten Maſſen öfters verdoppelt werden. Nimmt man an, daß die Krümmung ein Kreisbogen von etwa 1 Linie tief, 2 Fuß 10 Zoll Sehne und 160 Fuß Halbmeſſer iſt, ſo beträgt die Vermehrung des Drucks, die von der Schwungkraft herrührt, für eine Geſchwindigkeit von 64 Fuß in der Secunde.

$$\frac{v^2}{g\ r} = \frac{64^2}{30 \cdot 80 \cdot 160} = 0{,}81 \text{ der rollenden Laſt.}$$

Es kann kommen, daß bei großer Geſchwindigkeit die Räder der Fuhrwerke mit der Laſt gerade auf die Mitte der Schienen zwiſchen zwei Stützpunkte ſich ſtürzen. Denn man nehme an, daß ſich der nächſte Stein nach demjenigen unter dem Stoße zweier Schienen eingedrückt habe und daß die gekrümmte Schiene in dieſem Punkte um $1^1/_3$ Linien gewichen ſey, oder daß das Ende der vorhergehenden Schiene über das der gekrümmten um 1 Linie vorſtehe. Beträgt dann die Geſchwindigkeit 42 bis 45 Fuß, ſo wird das Rad, nachdem es die überſtehende Schiene verlaſſen hat, fortgeſchleudert werden, ohne die folgende gekrümmte Schiene zu berühren, und erſt $14^1/_2$ Zoll von dem Stoß entfernt, da nemlich, wo die von dem Rade beſchriebene Parabel die zweite Schiene trifft, die nach einem Kreisbogen gekrümmt vorausgeſetzt iſt, wird das Rad auf die zweite Schiene fallen. Aehnliches wird erfolgen, wenn der Stein unter dem Stoße

der Schienen höher ſteht, als zwei nächſte Steine. Das Rad, wenn es ſehr geſchwind fortrollt, wird ſich, indem es den Stoß verläßt, heben, und erſt in einiger Entfernung von dem Stoße wird es auf die Schiene niederſtürzen.

Große Geſchwindigkeit eines Fuhrwerks zerſtört eine Eiſenbahn noch auf andere Weiſe. Die Schienen, die Schienenſtühle und Steine machen zuſammen ein Ganzes aus, deſſen Elaſticität ſich deutlich an den verticalen Stößen und Bebungen wahrnehmen läßt, die man in der Nähe der Bahn empfindet. Zum Theil liegt dieſe Elaſticität im Boden. Sehr ſtark iſt dieſe Bebung auf loſer Erde, auf Aufſchüttungen und auf hölzernen Unterlagen; ſie wird durch aufeinander folgende Wirkungen der Räder auf den Schienen hervorgebracht, die nachdem ſie eingebogen worden ſind, wieder emporſchnellen. Nun kann es aber, da die eingebogenen Theile der Schienen einer gewiſſen Zeit bedürfen, um wieder in ihre vorige Lage zu gelangen, kommen, daß der Stoß einer neuen Maſſe gerade dann erfolgt, wenn das Aufſchnellen der Schiene erſt beginnt, oder dann, wenn es am ſtärkſten iſt. Im erſten Falle wird das Rad in die Vertiefung hinabſtürzen und die Schiene noch um ſo ſtärker biegen, was dann unter jedem Wagen zunimmt; im zweiten Fall wird ein heftiger Zuſammenſtoß der Schienen und des Wagens erfolgen. Das Reſultat iſt ohngefähr ſo, als wenn man über einen Balken geht, der über einen breiten Graben liegt. Richtet man ſeine Schritte nach den Bewegungen des Balkens ein, ſo empfindet man nur geringe Stöße, aber der Balken biegt ſich immer mehr und mehr: richtet man ſich nicht nach den Schwankungen des Holzes, ſo empfindet man heftige Stöße. Wenn alſo auf elaſtiſchen Schienenbahnen die Räder einander ſchneller folgen, als ſich die Schienen wieder gerade zu richten vermögen, ſo werden die angedeuteten zerſtörenden Wirkungen Statt finden, und um ſo ſchneller ſich wiederholen, je größer die Geſchwindigkeit der Fuhrwerke iſt. Auf der Liverpooler Straße folgen ſich alle Räder eines Wagenzuges ohngefähr in Entfernungen von 5¾ Fuß, und da

Digitized by Google

nun die Geſchwindigkeit der Fuhrwerke zuweilen 64 Fuß iſt, ſo erfolgen gegen 11 Stöße in einer Secunde.

Hr. G. R. Crelle [1]) meynt, daß ſich die mannichfachen und großen Uebel, die für eine Eiſenbahn aus zu ſchwacher Fundamentirung derſelben mit einzelnen Steinen entſtehen, dadurch gehoben werden können, daß man ihr ein feſtes Fundament von Pfählen giebt. Ein runder Pfahl, von 8 Zoll Durchmeſſer und 5 Fuß lang, kann, in feſtem Boden, ſchon mehr als 600 Centner tragen und eine Laſt von 200 Cent.; wie die der ſchwerſten Dampfwagen, von welcher jedoch nur der auf einem Rade ruhende, 4te oder 6te Theil in Betracht kommt, wirkt, wenn ſie zwei Linien hoch herabfällt, noch nicht ſo ſtark, als ein Rammklotz von 2 Centner ſchwer; der 4 Fuß hoch herabfällt; folglich würde es kaum wahrſcheinlich ſeyn, daß die Fuhrwerke, ſelbſt mit der ungeheuerſten Geſchwindigkeit in Bewegung geſetzt, die Pfähle eindrücken könnten.

Dann aber würde die Bahn durchaus eben bleiben, und alle Uebelſtände, wenn außerdem nur die Schienen ſo ſtark ſind, daß ſie ſich zwiſchen zwei Unterſtützungen nicht merklich biegen, würden wegfallen.

Die Unterſtützung mit Pfählen könnte man auf verſchiedene Weiſe anordnen. Einer der bedeutenſten Uebelſtände bei denſelben würde ſeyn, daß das Holz bald verfault, während die Tragſteine faſt immer bleiben. Um nun dieſen Uebelſtand zu vermindern, müßten die Köpfe der Pfähle etwa 3 Fuß tief unter der Oberfläche des Bodens liegen, damit wenigſtens die Pfähle ſelbſt länger gegen die Vergänglichkeit geſchützt bleiben und weniger oft erneuert werden dürfen. Auf die Pfahlköpfe könnte man Hölzer, von gleicher Dicke, wie die Pfähle, und etwa $2^1/_2$ Fuß lang aufpfropfen; auf dieſe Hölzer Holme quer über die Bahn legen, und auf die Holme die gewöhnlichen eiſernen Schienenſtühle nageln. Die

---

[1]) Minard Vorleſungen ꝛc. S. 180 ꝛc.

Digitized by Google

Aufſätze auf die Pfähle könnten an dieſelben vermittelſt drei oder vier eiſerner Schienen, die von der Seite angenagelt und angekrammt werden müſſen, befeſtigt werden. Anfangs würde man die Pfähle ganz durchgehen laſſen können und die Aufpfropfung würde erſt bei der nächſten Reparatur erfolgen. Zu mehrerer Sicherheit könnte man auch einzelne Pfähle ganz durchgehend erneuern. So würde das Ganze hinreichende Feſtigkeit erlangen, da es von den Schienen der Länge nach gehalten, nicht gut ausweichen kann. Die Querholme und Pfropfe würden freilich oft erneuert werden müſſen, ſelbſt wenn man eichenes Holz dazu nähme; aber dieſes würde auch ſehr leicht und ſchnell geſchehen können, da die Pfähle unten bleiben. Eine andere, noch feſtere Art wäre, etwa 2½ Fuß tief unter der Erde, Holme nach der Länge der Bahn auf die Pfähle zu legen, auf die Holme, quer über, Sattel und auf dieſe verſtrebte, 2 Fuß hohe Schienenſtühle von Gußeiſen zu ſetzen.

Man hätte bei der Fundamentirung durch Pfähle zugleich noch den Vortheil, daß in der Tiefe feuchtes und naſſes Terrain eher vortheilhaft als nachtheilig ſeyn würde, da in ſolchem Boden die Pfähle länger dauern. Und dann hätte man den großen Vortheil, daß die Stärke des Fundamentes durch die Dicke und Länge der Pfähle ohne Schwierigkeit ganz nach der Beſchaffenheit des Bodens abgemeſſen und eingerichtet werden könnte, ſo daß ſich der Eiſenbahn ein überall gleich ſtarkes Fundament geben ließe, was ihr ſo vorzüglich nothwendig iſt. Dieſe Art der Fundamentirung würde auch, wenn das Holz nicht ſehr theuer iſt, eben nicht koſtbarer ſeyn, als die mit Steinen; wenigſtens dann nicht, wenn unter den Steinen, wegen des lockern Bodens, erſt eine Chauſſée gelegt werden muß, wie bei Selby. So würde z. B. im ſandigen Boden, wie bei Berlin, eine Ruthe Eiſenbahn, bis auf die Schienen ſelbſt und die Schienenſtühle, weil nothwendig erſt ein Steinſchlag unter den Tragſteinen gelegt werden müßte, etwa 16⅔ Thlr. koſten. Vielmehr würden auch 4 Pfahljoche, alle 3 Fuß eins, nicht

mehr koſten, da wo die Pfähle nicht über 5 Fuß lang zu ſeyn brauchten. Auch die Erhaltung würde eben nicht viel theurer ſeyn, weil die Schienen mehr geſchont werden würden. Wäre ſie es aber auch, ſo würden die mehreren Ausgaben durch die beſſere Fahrt auf der Bahn reichlich vergütigt werden.

Siebentes Kapitel.

Wirkung der Schwere auf Abhängen zur Bewegung der Fuhrwerke [1]).

Wir erwähnten ſchon früher, daß wenn die Neigung einer Eiſenbahn mehr beträgt als 6 Zoll auf 100 Fuß (5 Millimeter auf 1 Meter), die Wagen vermöge ihrer eigenen Schwere auf einer ſolchen geneigten Fläche hinabrollen. So lange die Neigung nicht über 18 Zoll auf 100 Fuß (14 oder 15 Millmeter auf das Meter) beträgt, können die Wagen auf dieſe Weiſe in ganzen Transporten auf die geneigte Fläche gebracht werden, indem ihre Geſchwindigkeit mittelſt einer der beſchriebenen Bremsvorrichtungen regulirt wird. Iſt aber die Neigung bedeutender, ſo kann eine gefährliche Beſchleunigung der Bewegung eintreten und ſowohl die Bremsvorrichtungen als auch die Menge von Menſchen, die angewendet werden müßten, um die Geſchwindigkeit zu reguliren, würden bei großen Koſten dennoch nur eine geringe Bürgſchaft für die Sicherheit des Transports gewähren. Man benutzt dieſes Ebenmaaß dadurch, daß man ein Gegengewicht heben läßt und iſt ſo auf den Gedanken gekommen, die Kraft der hinabfahrenden Wagen zum Heraufziehen der andern anzuwenden. Solche Vorrichtungen ſind beſonders auf Eiſenbahnen bei Steinkohlen und andern Bergwerken nicht ſelten, indem Gruben und

[1]) Nach Minard.

auch Steinbrüche, wie wir ſchon am Ende des fünften Kapitels ſahen, in der Regel weit höher als die Flüſſe oder Kanäle ꝛc. liegen, auf denen die Einſchiffung der Kohlen und Steine ſtatt findet, und weil die Wagen jedesmal leer zurückkehren. Die Engländer nennen ſolche Vorrichtungen self acting Planes, wörtlich ſelbſtwirkende Flächen, wir nennen ſie ſelbſtwirkende Rampen und bei Bergwerken iſt die Benennung Bremsberg gebräuchlich.

In dieſem Falle legt man entweder:

1) in die untere Hälfte des Abhanges eine Bahn, oder
2) zwei Bahnen in die Mitte, zum Ausweichen der Wagen, oder
3) zwei Bahnen oben, und eine gemeinſchaftliche Bahn in der Mitte, oder
4) auf kurze Strecken oben und unten, zwei Bahnen.

Die Bewegung wird durch ein großes Seil, oder zuzuweilen auch durch eine Kette mitgetheilt, die ein wenig länger als der Abhang iſt. An die Enden des Seils oder der Kette werden die hinab und die hinauffahrenden Wagen gehängt. Das Seil oder die Kette läuft auf Rollen, und wickelt ſich auf eine horizontale oder verticale Trommel oberhalb auf. Neuerdings läßt man es meiſtens über eine große Rolle von Gußeiſen, mit tiefen Rinnen, gehen, die beinahe horizontal, in einiger Entfernung von dem Gipfelpunkte, unter dem Boden liegt. Dieſe ein wenig in die entgegengeſetzte Lage des Abhanges geneigte Rolle, wird durch zwei hölzerne Lager getragen, bewegt ſich in einer ummauerten Höhlung unter dem Boden, die mit ſtarken Balken bedeckt iſt, über welche die Straßenſchienen hergehen (Fig. 144). Die Rolle hat 6 bis 15 Fuß, ihre Axe 3 bis 6 Zoll Durchmeſſer.

Befinden ſich die beladenen Wagen oben auf der Bahn, links, ſo ſind die leeren Wagen unten. Die beladenen Wagen ziehen alsdann das Seil hinab, und zwar auf der geraden Bahn. Die Radlenken verſchließen die Bahn links (Fig. 145.) Durch Menſchen, oder auch bloß dadurch, daß ſie auf die Speicher der Räder ſteigen, werden die belade-

Digitized by Google

nen Wagen erſt in Bewegung gebracht, worauf dann die Schwere ſie weiter treibt. Die hinauf- und die hinabfahrenden Wagen langen gleichzeitig bei der doppelten Bahn in der Mitte an. Die beladenen Wagen gehen auf der Bahn links weiter; aber die leeren Wagen werden durch die Radlenken A B in die Bahn rechts getrieben, in welcher ſie bleiben, bis ſie oben anlangen. Nachdem die beladenen Wagen den leeren begegnet ſind, gehen ſie in der einzelnen Bahn unterhalb weiter; im Vorbeifahren drängen ſie die Radlenken bei A C ſo, daß ſie die Bahn rechts verſchließen und langen nun unten an. In dem Augenblick, wo die Wagen oben und unten anlangen, wird das Seil ſchnell losgehackt, und die Wagen ſetzen ihren Lauf, mit der Geſchwindigkeit die ſie erlangt haben, noch weiter fort. Durch Erfahrung findet man, wann das Loshacken geſchehen muß, damit die Wagen da ſtehen bleiben, wo man es verlangt. Da nun jetzt das Seil auf der Bahn links ſich befindet, ſo müſſen die beladenen Wagen, oben auf der Plateform, nach der Bahn rechts gebracht werden, und die leeren Wagen ſteigen nun nach der Bahn links aufwärts; dieß iſt nöthig, weil die Radlenker die Bahn rechts verſchließen. So alſo fahren die Wagen hinauf und herab, abwechſelnd auf dieſer und auf jener Bahn.

Wenn der Abhang oder das Uebergewicht ſo ſtark iſt, daß die Bewegung der Wagen zu ſehr beſchleunigt werden würde, was beſonders nach dem Endpunkte ihres Laufes hin der Fall iſt; ſo mäßigt man die Geſchwindigkeit, wie ſchon bemerkt, mittelſt einer Bremſe, welche auf die Seilſcheibe wirkt. In ſo fern aber das Uebergewicht ſo groß iſt, daß auch dann noch die Bewegung fortdauert, wenn die Scheibe aufhört, ſich zu drehen, alſo das Seil in der Kehle derſſelben gleitet, ſo bremmſt noch ein Arbeiter den hinterſten Wagen. Auch kann man die Rampe verlängern und unterhalb eine Gegenrampe anordnen. Das Gefälle der Rampe muß übrigens nicht gleichförmig, ſondern oben ſtärker ſeyn, als unten, um die bewegende Kraft auszugleichen, die das

Digitized by Google

Gewicht des Seils, in dem Maaße, wie es ſich weiter abwickelt, verſtärkt. Auch kann man die Reibung noch dadurch verſtärken, daß man das Seil mehr als ein halbmal die Rolle umgeben läßt: vermittelſt einer oder zwei kleiner Rollen, welche die Richtung des Seils ändern, und an ſich ſelbſt die Reibung ſchon vermehren, (Fig. 145). Aber dieſe Anordnung hat den Uebelſtand, daß die Bewegung am Anfange derſelben erſchwert wird.

Nachdem die Wagen unten angelangt ſind, werden ſie von der Schwere nicht mehr getrieben; ihre Geſchwindigkeit wird alſo nicht weiter beſchleunigt, ſondern im Gegentheil verzögert durch das Seil, welches die Wagen mit ſich fortziehen müßen. Die Geſchwindigkeit der auf dem Gipfelpunkt angelangten leeren Wagen wird dagegen von der Schwere nicht mehr vermindert, und kann nur durch die Reibung der Räder vernichtet werden. Sie bewegen ſich alſo ſchneller, als das Seil von ihnen und von den unten befindlichen, verzögerten Wagen fortgezogen wird. Eben ſo würde es ſich verhalten, wenn man die Bewegung der herabfahrenden Wagen durch Bremſen mäßigte. Das Seil muß ſich alſo, unter den darüber hingehenden Wagen, ſchnell biegen und aufwickeln. Um Beſchädigungen, die dabei vorkommen können, zu verhindern, befeſtigt man an den Enden des ſehr dicken und ſteifen Seils Ketten von 32 bis 36 Fuß lang; auch hat man mehrere Mittel das Seil ſchnell loszuhacken, von denen mehrere in den Fig. 146 und 147 abgebildet ſind.

Die ſelbſtwirkenden Rampen oder Bremsberge 50 320 und mehrere Ruthen lang und ihr Gefälle beträgt 1 auf 40 bis 1 auf 6. Sie können aus mehreren einzelnen Abhängen, in concaver oder convex Form, zuſammengeſetzt werden; auch die horizontale Projektion derſelben kann krumm, oder aus einzelnen geraden Linien zuſammengeſetz-

---

[1]) Fig. 112 zeigt eine ähnliche Vorrichtung.

ſeyn. So endigt ſich bei Sunderland ein ſolcher Abhang in einen Bogen, deſſen Halbmeſſer, nach der Sehne und dem Sinus versus, die Hr. Minard gemeſſen hat, etwa 26 Ruthen lange ſeyn mag.

Folgendes ſind die Reſultate einiger Beobachtungen des Hrn. Wood auf ſelbſtwirkenden Rampen.

Nummer der Beobachtung.	18.	19.	20.	21.	22.
Abhang	1 auf 37,3	1 auf 37,3	1 auf 30	1 auf 28,3	1 auf 35,3
Länge des Abhanges . . .	$173\frac{2}{3}$ Rut.	$173\frac{2}{3}$ R.	316 R.	297 R.	219 R.
Gewicht eines beladenen Wagens	8480 Pfd.	8480 Pfd.	9145 Pfd.	9150 Pfd.	9145 Pfd.
Zahl der Wagen	5	6	5	5	5
Quantum der Laſt	42400 Pfd.	50880 Pfd.	45725 Pfd.	45750 Pfd.	45725 Pfd.
Gewicht eines leeren Wagens	2706 Pfd.	2706 Pfd.	3359 Pfd.	3359 Pfd.	3359 Pfd.
Zahl der Wagen	6	7	7	7	7
Quantum der Laſt	16236 Pfd.	18942 Pfd.	23513 Pfd.	23513 Pfd.	23513 Pfd.
Zeitdauern der Bewegung . .	$3\frac{3}{4}$ Min.	3 Minut.	5 Minut.	6 Minut.	$4\frac{2}{3}$ Min.
Durchmeſſer d. Seils . . .	19 Linien.	19 Linien.	19 Linien.	19 Linien.	16 Linien.
Gew. d. Seils	3758 Pfd.	3758 Pfd.	4651 Pfd.	4301 Pfd.	2832 Pfd.
Gewicht d. kleinen Rolle . .	3191 Pfd.	3191 Pfd.	4089 Pfd.	9444 Pfd.	4002 Pfd.
Gewicht d. großen Scheibe .	4484 Pfd.	4484 Pfd.	4440 Pfd.	4440 Pfd.	4440 Pfd.
Verhältniß des Durchmeſſers der Axe der kleinen Rolle zu dem Durchmeſſer d. Rolle	1 zu 14,6	1 zu 14,6	1 zu 14,1	1 zu 14,1	1 zu 16
Verhältniß des Durchmeſſers d. Axe d. großen Scheibe zu d. Durchmeſſer d. Scheibe . .	1 zu 20	1 zu 20	1 zu 24	1 zu 24	1 zu 24

Bei den Beobachtungen Nro. 18. und Nro. 19. war das Gefälle des Abhanges oberhalb ſtärker, als unten. Die

Digitized by Google

Bahn war vollkommen gerade, die Schienen waren ſehr tro- cken und in gutem Zuſtande; 6 beladene Wagen zogen 6 leere, ohne daß ein Bremſen nöthig war; im Winter aber rollten die Wagen kaum von ſelbſt.

Bei der Beobachtung Nro. 20 war der Abhang unre- gelmäßig. Die Bahn hatte eine große Krümmung. Man läßt immer 7 leere Wagen von 7 beladenen heraufziehen und bremſt die große Scheibe, oder theilweiſe die Wagen.

Bei der Beobachtung Nro. 21. war das Gefälle ebenfalls nicht gleichförmig; in der Mitte machte die Bahn einen gro- ßen Bogen. Gewöhnlich zogen 7 volle Wagen 7 leere mit großem Uebergewicht herauf.

Bei der Beobachtung Nro. 22 war das Gefälle faſt gleichförmig und die Bahn gerade; gewöhnlich zogen 7 bela- dene Wagen, 7 leere mit großem Uebergewicht herauf.

Die Rollen (Sheeves, c), welche das Seil zu tra- gen und zu lenken beſtimmt ſind, finden ſich von ver- ſchiedener Geſtalt. Einige haben engliſche Rinnen (Fig. 155, 156, 158, 160); andere ſind Walzen mit vorſpringenden Rändern (Fig. 157, 159, 144.) Auch giebt es ſenkrecht ſtehende Walzen und ſchief liegende Rollen, deren Axen dann nicht horizontal ſind. (Fig. 161).

Alle dieſe Rollen ſind von Holz oder Gußeißen, bewe- gen ſich um feſte Axen von geſchmiedetem Eiſen, welche 7 bis 9 Linien im Durchmeſſer haben. Unter dem Seile haben die Rollen einen Durchmeſſer von 6½ bis 15¼ Zoll und liegen 19 bis 25 Fuß von einander entfernt.

Die Rollen haben den Zweck, die Reibung des Seils zu vermindern und zu verhindern, daß ſich daſſelbe zu ſchnell abnutze, was geſchehen würde, wenn es auf der Erde ſchleppte. Auch dienen ſie, daß Seil in der Mittel- linie der Bahn zu halten und und die bewegende Kraft da, wo die Bahn krumm iſt, zu hindern, daß ſie die Wagen zur Seite ziehe.

Digitized by Google

Die Rollen erleiden eine, um ſo geringere Drehungs-Reibung, je größer der Durchmeſſer des Bodens ihrer Kohlen gegen den Durchmeſſer der Axe iſt. Da nun dieſe letztere nicht dünner gemacht werden kann, als nöthig iſt, um das Gewicht der Rolle und 19 bis 25 Fuß Seil zu tragen, welches 53 bis 85 Pfund beträgt, ſo macht man den Durchmeſſer der Rollen ſo groß als möglich. Da ſie aber weder die darüber hergehenden Wagen, noch den Boden berühren dürfen, ſo können ſie nicht größer ſeyn, als 15 bis 17¼ Zoll im Durchmeſſer, welches gewöhnlich die Höhe unter den Wagen iſt. Man hat zwar verſucht, um die Rollen größer machen zu können, den Boden auszuhöhlen und die Axen der Rollen tiefer zu legen; allein der kleine Graben, in welchem ſie liegen, füllt ſich bald mit Waſſer und Erde, und man muß dann die Rollen dagegen durch eine Vorrichtung verwahren, wie ſie z. B. in Fig. 155 dargeſtellt iſt.

Die Seile ſind weſentliche Theile des Mechanismus auf Bremsbergen; ihr Durchmeſſer beträgt 1 Zoll 4 Linien bis 2 Zoll 4 Linien, ihr Gewicht 10 bis 24 Pfund auf die Ruthe Länge. Die Spannung der Seile beträgt 1000 bis 3500 Pfund.

Die Reibung des Seils auf den Rollen muß nothwendig in Betracht gezogen werden. Berührte das Seil die Rolle nur an einem Punkte, ſo würde die Reibung der der Wagenräder auf den Schienen ähnlich ſeyn. Aber wegen der nothwendigen Geſtalt der Rolle, deren ſämmtliche Punkte gleiche Winkelgeſchwindigkeit haben, berührt es den Boden und die Ränder der Rolle zugleich, deren Geſchwindigkeiten verſchieden ſind. Einige Theile des Seils reiben ſich alſo zugleich auf die gewöhnliche Weiſe.

In der Schätzung des Herrn Wood findet ſich die Reibung der Axen der Rollen und der Trommeln mit der zur Biegung des Seils nöthigen Kraft zuſammen genommen. Herr Wood nimmt für die Bewegung des eine Rampe auf- und abgehenden Wagenzuges, abſtrahirend von der

verſchiedenen Länge des Seils, ungefähr folgende Gleichung an:

$$1 . E = \frac{g\ t^2}{180\ i} . \frac{180\ (M - m - i\ F') - i\ (M + m)}{2\ (M + m + C) + R + P},$$

wo

M das Gewicht der beladenen, hinabfahrenden Wagen iſt;

m das Gewicht der leeren, herauffahrenden Wagen;

R das Gewicht aller Räder, als volle Walzen betrachtet;

P das Gewicht aller Rollen und der Trommel, eben ſo betrachtet;

C das Gewicht des Seils;

E der in der Zeit t durchlaufene Raum;

G die Schwere, d. h. der nach der erſten Secunde des freien Falles gleichförmig zu durchlaufende Raum;

1 : 180 das Verhältniß der geſammten Reibung der Wagen zur Laſt;

F die Reibung des Seils, der Rollen-Axen, der Trommel ꝛc. ꝛc.

1 : i das Verhältniß der Höhe der Rampe zur horizontalen Länge derſelben.

Nachdem Herr Wood nun noch über das Hinabfahren der Wagen verſchiedene Betrachtungen angeſtellt hat, welche ihm E und t geben, findet er

$$2 . F' = \frac{180\ (M - m) - i\ (M + m)}{180\ i} - \frac{E}{g\ t^2}\ [2\ (M \times m + C) + R + P]$$

für den Widerſtand in der Richtung des Seils, Herr Wood überträgt dieſen Widerſtand auf den Umfang der Axen, indem er ihn mit einem Durchſchnitt der Verhältniſſe der Durchmeſſer der Rollen zu ihren Axen multiplicirt, die nach verſchiedenem Druck berechnet ſind, und er findet durch 9 Verſuche, daß dieſer Durchſchnitt $^1/_4$ bis $^1/_3$ von dem Gewicht des Seils, der Rolle und der Trommel beträgt.

Andere Ingenieurs, die Herren Locke und Stephenſon, haben einige directe Verſuche über die Reibung der Seile angeſtellt. Sie haben auf einem Bahnabhange leere Wagen hinabfahren laſſen, welche verſchiedene lange Seile fortzogen. Wenn das Seil ſo lang war, daß die Geſchwindigkeit beinahe gleichförmig wurde, ſo nahmen ſie an, daß die Reibung des Seils und der Wagen, der aus ihrem Gewicht in paraleller Richtung mit dem Abhang hervorgehenden zuſammengeſetzten Kraft gleich ſey. Und da nun die Reibung der Wagen bekannt war, ſo ließ ſich danach die Reibung des Seils ſchätzen. Aber ſie haben weder den Durchmeſſer des Seils, noch denjenigen der Axen und Rollen, noch das Gewicht derſelben angegeben; auch wird man bemerken, daß jene Weiſe, die Reibung zu finden, unrichtig iſt, vorausſetzt, daß dieſelbe viel ſtärker, als die Geſchwindigkeit zunahm, weil man annimmt, daß die Bewegung gleichförmig werde. Man ſieht alſo, daß die Bemühung, die Reibung durch Beobachtung zu finden und jene, ſie à priori berechnen zu wollen, ungefähr in gleichem Maaße nicht zweckdienlich waren.

Durch Meſſung der Reibung am Umfange der Rollen haben vier Verſuche ergeben, daß die Reibung den 10ten oder 12ten Theil des Gewichts des Seils allein beträgt. Aber dieſe Reibung hängt auch noch von dem Gewicht der kleinen Rollen ab, welches man ohne große Fehler dem des Seils gleich ſetzen kann. Man muß alſo den doppelten Druck annehmen, und dann ergiebt ſich nur der 20ſte oder 24ſte Theil der Laſt. Um dieſe Reibung auf den Umfang der Rollenaxen zu übertragen, muß man ſie mit 12, der gewöhnlichen Verhältnißzahl der Durchmeſſer der Rollen und ihren Axen multipliciren. Dieß giebt dann $^3/_5$ oder die Hälfte der Laſt.

Merkwürdig iſt es, daß die Herren Stephenſon und Locke eine ſtärkere Reibung gefunden haben, obgleich bei ihren Verſuchen nicht die Widerſtände in Betracht gezogen wurden, die Herr Wood berückſichtigt hat, nämlich die Steifheit des Seils und die Reibung der Trommel.

Digitized by Google

Herr Walker ſchätzt, nach zwei Beobachtungen der Reibung des Seils, am Umfange der Rollen gemeſſen, dieſe Reibung auf den 22ſten Theil des Gewichts des Seils, ohne das der Rollen.

Nach dieſen, von einander abweichenden Reſultaten, die nur als Schätzungen zu betrachten ſeyn dürften, wird man vielleicht annehmen können, daß der Widerſtand des Seils mit Zubehör, an dem Umfange der kleinern Rollen gemeſſen, in der Richtung der Kraft, welche die Wagen fortzieht, $^1/_{36}$ des Gewichts des Seils, der Trommel oder Scheibe und Rollen beträgt, während der Durchmeſſer der Rollen ungefähr der zwölfache Durchmeſſer ihrer Axen iſt.

Das Seil zerreißt öfters. Die herabfahrenden Wagen in ſolchen Fällen aufzuhalten, dient nur die Hemmung an den Rädern; die herrauffahrenden Wagen hält man auf verſchiedene Weiſe vom Zurückrollen ab. Nämlich:

1. Befeſtigt man hinter dem letzten Wagen zwei Hölzer von etwa 6 Fuß lang und $3^4/_5$ Fuß im Geviert dick, unten mit eiſernen Spitzen, die man dem Wagen, wenn er hinauffährt, auf der Bahn nachſchleppen läßt. Die Spitzen ſtemmen ſich in den Boden, wenn der Wagen zurückrollen will.

2. Sind dieſe Hölzer zuweilen durch eiſerne Stangen, in Form eines Andreas-Kreuzes, mit einander verbunden, und bilden eine Art von Geſtell (Fig. 162), welches dem hinterſten Wagen folgt.

3. Auf den Abhängen der unterirdiſchen Theile (Tunnels) der Liverpooler-Bahn bedient man ſich zweier ſtarken, hölzernen, mit Eiſen beſchlagenen Keile. Sie haben die Geſtalt des krummlinigten Winkels zwiſchen den Rädern und der Bahnſchienen, ſind mit einander durch Quärſtücke verbunden und bilden ſo eine Art Schlitten, der auf den Schienen gleitet und dem letzten Wagen folgt, an welchem er befeſtigt iſt. So wie der Wagen zurück zu rollen ſtrebt, hält ihn der Schlitten auf, indem ſich die Keile deſſelben zwiſchen die

Räder und die Bahnſchienen klemmen, auf welchen ſie dann gleiten (Fig. 163).

Wir theilen nun noch die Beſchreibungen einiger in England vorhandenen Bremsbergen mit, ſo wie ſie bei Steinbrüchen, in und bei Steinkohlen= und andern Bergwerken und bei Kanälen, mit längern horizontalen Schienenwegen verbunden, oder ohne dieſelben, häufig ſind, in ihrer Conſtruction aber manche Verſchiedenheiten zeigen.[1])

Bremsberg in dem Kalkſteinbruche am Avon=Kanal bei Bath.

Aus dem großen Kalkſteinbruch bei Bath, welcher viel Hauſteine liefert, führt ein Bremsberg auf eine Länge von 2658 Fuß engl. (387 Lachter Pr.) nach dem Kanal des Avon, auf dem die Steine weiter verführt werden. Der Bremsberg hat zwei Abtheilungen, Die obere von 1658 Fuß Länge hat keine gleichförmige Neigung; dieſelbe iſt oben ſchwach, in der Mitte bis 10 Grad und unten bogenförmig ſchräg geneigt. Die untere hat eine gleichförmige Neigung von etwa 5 Grad. Die ganze Seigerhöhe des Bremsberges beträgt 480 bis 500 Fuß. Es liegt auf der ganzen Länge eine doppelte gußeiſerne deutſche Schienenbahn.

Wechſel, wodurch dieſe beide Bahnen verbunden ſind, befinden ſich oben im Steinbruche, vor jeder der Bremsvorrichtungen, und unten am Kanale. Jede Bahn hat 3 Fuß 4 Zoll Spurweite und liegt eben ſo weit von einander entfernt.

Die einzelnen Schienen ſind $2^1/_2$ Fuß lang, $3^1/_2$ Zoll breit, $^5/_8$ Zoll ſtark, die Spurrippe iſt $2^1/_2$ Zoll hoch, unten $^7/_{12}$ Zoll und oben $^3/_8$ Zoll hoch. Auf der untern Seite, dicht am äußern Rande, befindet ſich eine bogenförmige

---

1) Wir folgen dabei den Herren v. Oeynhauſen und v. Dechen in Karſtens Archiv, Bd. 19. S. 154 ꝛc. ꝛc.

Digitized by Google

Verſtärkungsrippe, die in der Mitte bis 1 Zoll zunimmt, uud an den Enden verſchwindet. Die Enden der Schienen ſind $^3/_4$ Zoll ſtark, an der innern Seite mit einem kleinen Anſatze verſehen, und haben einen Ausſchnitt, wodurch je zwei und zwei Schienen durch einen eiſernen Nagel mit viereckigem pyramitalen Kopf befeſtigt werden. Die Schienen liegen auf ſteinernen Unterlagen, die Nägel ſind in Holzblöcke eingetrieben. Dieſe Schienen ſind für die Laſten, welche darauf heruntergelaſſen werden und die 80 Zentner mit dem Wagen betragen, zu ſchwach gegoſſen; dies beweiſen große Haufen zerbrochener Schienen, die neben dem Wege liegen; dennoch ſind die neuangelieferten Schienen nicht ſtärker gegoſſen.

Auf dem obern Theile des Weges befindet ſich ein koniſcher Seilkorb, an einer horizontalen Achſe, auf der einen Seite mit einem horizontalen Bremsrade verſehen; der Korb hat an den Enden 5 Fuß, in der Mitte 6 Fuß Durchmeſſer, und iſt 11 Fuß lang. Das Seil, woran die Wagen auf dieſen Theil des Weges herabgelaſſen werden, iſt $1^1/_4$ Zoll ſtark und ungetheert; es läuft über hölzerne Friktionswalzen von 34 Zoll Länge, 6 Zoll Durchmeſſer, mit eiſernen Zapfen; die eiſernen Pfadeiſen, worin ſich dieſelben drehen, ſind in den ſteinernen Unterlagen eingelaſſen, worauf die Schienen ruhen. Da der Seilkorb länger, als der Schienenweg breit iſt, ſo iſt die oberſte Friktionswalze mit Kränzen verſehen und ſo eingerichtet, daß ſie ſich auf ihrer Achſe hin und her ſchieben kann.

Auf dem untern Theil des Weges beſteht die Bremsvorrichtung aus einer, in der Ebene des Weges liegenden Seilſcheibe, an einer aufrecht ſtehenden eiſernen Achſe 6 Zoll kantig. Dieſe Scheibe iſt von Gußeiſen 8 Zoll hoch, hat auf der äußern Seite einen vorſtehenden Rand und 6 Fuß 8 Zoll Durchmeſſer, ſo daß die Kette, woran hier die Wagen herabgelaſſen werden, gerade in der Mitte der Schienenbahnen liegen. Dieſe Kette hat gerade $4^1/_4$ Zoll lange, $2^1/_4$ Zoll breite Glieder und iſt aus $^5/_8$ Zoll ſtarken Rundeiſen

Digitized by Google

gefertigt. Das Bremsrad befindet ſich an derſelben Achſe unter der Seilſcheibe, hat 9 Fuß Durchmeſſer, 8 Zoll Höhe und hölzerne, durch ein Gewerbe verbundene $^3/_4$ der Peripherie umſchließende Bremsbacken, die durch eine einfache Gabelverbindung angezogen werden.

Dieſe Ketten laufen über gußeiſerne Friktionsſcheiben, welche in Entfernungen von 24 Fuß in der Mitte der Bahnen, auf beſonderen ſteinernen Unterlagen aufgeſtellt ſind. Dieſelben haben 9 Zoll Durchmeſſer, ſind $7^1/_2$ Zoll lang, haben $1^1/_2$ zöllige Ränder und ſind auf geſchmiedeten eiſernen Achſen von 15 Zoll feſtgekeilt, die in kleinen gußeiſernen Pfannen laufen.

Die Wagen worauf bis 70 Zentner Steine geladen werden, beſtehen aus einer hölzernen Plattform, die mit einem eiſernen, $2^1/_2$ Fuß hohen Gitter verſehen ſind. Die Plattform iſt aus 4 Geſtellbäumen, $7^1/_2$ Fuß lang, 7 Zoll hoch und 5 Zoll ſtark zuſammengeſetzt, durch 4 Querriegel und einige eiſerne Anker verbunden, die Achſen ſind von Gußeiſen, $3^1/_2$ Zoll hoch und $3^1/_4$ Zoll breit. Der runde Theil derſelben in der Nabe iſt $9^1/_4$ Zoll lang, vorn $1^1/_2$ Zoll, hinten $2^1/_2$ Zoll im Durchmeſſer. Die Achſen ſind $2^1/_2$ Zoll tief in den 8 Zoll hohen und eben ſo breiten Querriegel eingelaſſen. Die Achſenmittel liegen 40 Zoll auseinander. Die Räder ſind $16^1/_2$ Zoll hoch, am Rande 1 Zoll ſtark, mit 6 ſpeichenartigen Rippen und dazwiſchen angebrachten Löchern verſehen. Die Länge der Nabe beträgt $7^3/_4$ Zoll. Ein ſolcher Wagen wiegt, einſchließlich der Räder, 10 Zentner. Die ſchmalen Räder tragen gewiß ſehr viel zu der Menge von Schienenbruch bei, und haben hier, wo die durch breitern Rädern etwa vermehrte Friktion nicht ſchädlich einwirken kann, gar keinen Vortheil.

Digitized by Google

Bremsberg und Schienenweg von den Granitbrüchen bei Dalkey, bis nach Kingstown, unfern Dublin.

Die Granitbrüche von Dalkey, 7 engl. Meilen von Dublin, liefern ganz vortrefflich große Hausteine, welche vielfach benutzt werden und sehr häufig bei dem Hafenbau von Kingstown angewendet worden ſind. Dorthin führt ein 2 engl. Meilen langer Schienenweg, der in der Nähe der Brüche mit drei Bremsbergen verſehen iſt, deren Neigung gegen 10° beträgt, und von denen der untere und längſte gegen 100 Lachter Pr. lang iſt.

Es liegen auf den Bremsbergen zwei Schienenbahnen, jede von 4 Fuß Spurweite, in 3 Fuß Entfernung von einander. Die Schienen ſind denen auf dem kurz vorher beſchriebenen Bremsberge ähnlich, nur dauerhafter und ſchwerer konſtruirt. Jede Schiene iſt 3 Fuß lang, einſchließlich der Spurrippe, 4 Zoll hoch und 1 Zoll breit. Die Spurrippe iſt 2 Zoll hoch, oben ¾ Zoll, unten 1 Zoll ſtark. Auf der untern Seite ſind die Schienen mit zwei ¾ Zoll breiten und ½ Zoll vorſtehenden Verſtärkungsrippen verſehen, und eben ſo ſind die Enden der Schienen auf 4 Zoll Länge 1½ Zoll ſtark und mit einem kleinen Anſatze verſehen. Die Befeſtigung iſt auf Granitblöcken gerade wie bei den vorhergehenden. Die Bremsvorrichtung iſt auf den drei geneigten Ebenen ſich gleich. Eine Kette ohne Ende geht an dem obern Ende des Bremsberges über eine gußeiſerne, in der Ebene des Weges liegende Scheibe, an der zugleich ein Bremsrad angebracht iſt; an dem untern über zwei kleinere Leitungsſcheiben. Vor jeder dieſer Scheiben liegt eine ſenkrecht hängende Rolle, wodurch die Kette mit Sicherheit darauf geleitet wird. Die obere Scheibe iſt mit dem Bremsrade aus einem Stück gegoſſen, 7 Fuß Durchmeſſer und 15 Zoll hoch, mit einer Rinne zur Aufnahme der Kette und mit Kränzen verſehen. Die Arme und das Mittelſtück ſind beſonders gegoſſen und an der Scheibe inwendig angeſchraubt. Die Achſe dieſer Scheibe iſt von Gußeiſen 8 Fuß lang und oben bedeu-

Digitized by Google

tend ſtärker als unten. Die Bremſe beſteht aus einer eiſernen Schiene von 5 Zoll Breite und umgiebt das Rad nur zur Hälfte, kann aber durch eine doppelte Hebelverbindung ſehr ſtark dagegen gedrückt werden. Die unteren Leitungsſcheiben liegen ebenfalls den Ebenen des Weges parallel, und befinden ſich an eiſernen Achſen. Die herunter zu bremſenden vollen, und herauf zu ziehenden leeren Wagen, werden mittelſt ziemlich langer Ketten mit einem ſtarken Hacken an der Kette ohne Ende befeſtigt, und zwar iſt dieſe Kette an dem untern Ende der Wagen angehängt, ſo daß ſie oben über dem Wagen hinweggeht, welches beſonders bei dem Anhängen von Vortheil iſt, und ſonſt wenigſtens keine Nachtheile hat. Auf dieſe Weiſe werden 2 bis 3 volle Wagen in Entfernungen angehängt, und eben ſo viel leere auf der anderen Seite, ſo daß das Heraufziehen und Hinunterlaſſen beſtändig fortdauert.

Die Wagen beſtehen aus einer ſtarken Plattform, welche für den Transport großer Steine, ohne alle Koſten ſind, für kleinere Steine mit einem Kaſten, der an beiden Enden Thüren hat, die unten in Gewerben hängen, und oben mit Achſen und Vorſtecklingen befeſtigt werden. An jedem Ende ſind an beiden Geſtellbäumen 4 Hacken, woran die Ketten angehackt werden können; die Wagen ſind 4 Fuß breit, 6 Fuß lang; die Achſenmittel ſtehen 3 Fuß auseinander.

Die Achſen ſind von Schmiedeeiſen, mit 3 Schrauben an den Wagen befeſtigt, 3 Zoll breit, 4½ Zoll hoch, und ganz in den Querriegeln eingelaſſen. Die gußeiſernen Räder ſind 18 Zoll hoch, haben einen 1½ Zoll breiten Rand und 6 ſpeichenartige Verſtärkungen mit kreisrunden Löchern dazwiſchen. Die Nabe iſt, ſo weit ſie ſich an der Achſe anſchließt, 6 Zoll lang, und vorn mit einer 4 Zoll langen Erweiterung verſehen, welche den Vorſteckling ganz umgiebt und verhindert, daß er nicht herausſpringen kann; — eine Einrichtung, welche den gewöhnlichen Rädern der Frachtwagen in England nachgeahmt iſt und ganz zweckmäßig zu ſeyn ſcheint. Ein Einſchnitt erlaubt, den Vorſteckling einzuſtecken.

Digitized by Google

Diagonal geneigte Tageſtrecke auf der Grube Wheal-Friendſhip bei Tavy, unweit Taviſtock.

Auf der Grube Wheal-Friendſhip, bei Mary-Tavy, unweit Taviſtock, in Devonſhire, iſt auf dem Streichen des Kupfererzganges eine geneigte Ebene oder Tageſtrecke, vom Tage nieder bis auf die 112 Fathoms (98 Preuß. Lachter) Sohle vorgerichtet und zur Erzförderung eingerichtet worden. Die Länge dieſer Strecke wird zu 450 Fathom (2400 Fuß engl.) 393 Lachter preuß. angegeben, und wenn dieſe Angabe vielleicht auch etwas zu hoch iſt, ſo iſt die Länge derſelben doch jedenfalls ſehr bedeutend, indem ſie ſich noch gegen 20 Fathoms über Tage verlängert. Eine Länge von 450 Fathoms und eine Saigerteufe von 112 Fathoms (672 Fuß) angenommen, ergiebt den mittleren Fallungswinkel zu $14^1/_2{}^0$. Das Fallen dee Strecke iſt indeſſen nicht ſehr regelmäßig und beträgt daher an vielen Punkten mehr wie $14^1{}_2/^0$; auch folgt die Strecke den Unregelmäßigkeiten des Ganges, und macht daher häufige Krümmungen. Aus der Strecke ſelbſt ſind, in ſeigeren Abſtänden von 10 Fathoms, Gezeugſtrecken getrieben und für die tieferen Baue donnlägige Schächte auf dem Gange niedergebracht, durch welche die Erze auf dieſe Hauptförderſtrecke gelangen.

Auf dieſer geneigten Tageſtrecke iſt eine eintrümiger gußeiſerner deutſcher Schienenweg von 36 Zoll Spurweite vorgerichtet. Der Schienenweg iſt nach Art eines Tramroads gelegt; die gußeiſernen Schienen ſind meiſt 6 Fuß lang, 3 Zoll breit, mit Ausſchluß der 2 Zoll hohen, unten $^1/_2$ Zoll, oben $^3/_8$ Zoll ſtarken Spurrippen, $^3/_4$ Zoll ſtark; doch bedient man ſich auch beim Auswechſeln kürzerer Stücke von 3 Fuß Länge und darunter. Die Schienen haben an jedem Ende ein viereckiges Loch und ſind mit eiſernen Nägeln auf hölzernen Stegen befeſtigt; ſie liegen häufig auf der bloßen Geſteinsſohle, oft iſt aber auch eine Art Straßbaum untergelegt.

Digitized by Google

Der Schienenweg iſt gut gelegt und erhalten; es iſt ein Mann dazu angeſtellt, welcher die Reparaturen beſorgt. An den erforderlichen Stellen liegen Rollen quer über den Weg, über welche die Kette hinläuft, dieſe Rollen, von 2½ Fuß Länge und 6 Zoll Durchmeſſer, beſtehen aus einem gußeiſernen Cylinder, des mit Holz ausgefüttert iſt, worin die ſchmiedeeiſernen Zapfen befeſtigt ſind. Da die geneigte Tagesſtrecke häufig kleine Biegungen hat, ſo ſind dergleichen Walzen auch häufig, ſenkrecht ſtehend, an beiden Seiten des Weges angebracht, auch kleine eiſerne Leitungsſcheiben von 9 Zoll Durchmeſſer und 4 Zoll Breite, auf dem Wege ſelbſt, an welchem die Kette läuft.

Die Achſe der Walzen iſt gewöhnlich in einer Unterlage befeſtigt.

Auf dieſem geneigten Schienenwege läuft ein vierrädriger eiſerner Wagen, der mit einer Ausſtürzvorrichtung verſehen iſt. Die Räder ſind von Gußeiſen, haben 18 Zoll Durchmeſſer und nur ⅔ Zoll Stärke und eine meſſingene Büchſe, welche mit vier Anſätzen darin eingeſteckt, durch hölzerne Keile befeſtigt wird, und in der Nabe nur 2¾ Zoll lang iſt. Der Wagen faßt beinahe 22 Cubicfuß, 20 bis 25 Zentner Erze, und mit Einſchluß des Wagens mag die ganze Laſt 3000 bis 3500 Pfunde betragen. Der Wagen wird an einer eiſernen Kette gezogen, deren Glieder 3½ Zoll lang und ½ Zoll dick ſind. Die Förderung geſchieht mittelſt eines Waſſerrades. Die Förderung iſt eintrümig; das gefüllte, heraufgezogene Gefäß muß daher nachher durch ſein eigenes Gewicht wieder harabgelaſſen werden, wozu eine Bremsvorrichtung angebracht iſt. In 24 Stunden werden etwa 25 bis 26 Wagen zu 20 Zentner Erze gefördert; bei Tage, wo alles regelmäßig geht, können in 12 Stunden, 15 bis 16 Wagen gefördert werden.

Das Gewicht der ſchweren eiſernen Ketten iſt der Förderung um ſo nachtheiliger, da es durch nichts im Gleichgewicht erhalten wird; auch reißt häufig ein Kettenglied,

Digitized by Google

wodurch häufige Beſchädigungen und Störungen der Förderungen veranlaßt werden.

Geneigte Ebenen auf dem Taviſtock-Kanal.

Zwei engliſche Meilen weit von Taviſtock in Devonſhire liegt die Kupfergrube Wheal-Crebor. Der ſeit neun Jahren vollendete Taviſtock-Kanal, welcher die Tavy mit dem Tamer verbindet, geht bei dieſer Grube vorbei, ſo wie bei der Grube Crowndale, die eine Meile ſüdlich von Taviſtock und wo ſich Koak-Oefen und eine Zinnſchmelzhütte befinden.

Der ganze Kanal iſt über Tage $2^1/_2$ Meilen, und unterirdiſch, als ſchiffbare Strecke, $1^1/_2$ Meilen engl. lang. Auſſerdem hat er bei ſeiner Vereinigung mit dem Tamer, einen Bremsberg, 120 Fathoms (105 Preuß. Lachter) lang, und $240^1/_2$ Fuß engl. ſeiger hoch, oder unter einem Winkel von $15^2/_5{}^0$ geneigt, und zwei Seitenarme, von denen der erſte unweit Wheal-Crebor, $1^1/_2$ Meilen lang, zu den Dachſchieferbrüchen bei Millhill führt, der zweite hingegen, auf der andern Seite der ſchiffbaren Strecke, hat nur eine Länge von $^1/_4$ Meile. Die Breite des Kanals beträgt an der Oberfläche 16 Fuß engl. auf der Sohle 9 Fuß, die Waſſertiefe $3^1/_2$ Fuß. Die Strecke da, wo der Kanal unterirdiſch durch den Berg geht, iſt an ſeinem Eingange 9 Fuß hoch, $6^1/_2$ Fuß breit, in eliptiſche Maurung geſetzt; die Maurung iſt indeſſen nicht lang, ſondern der größte Theil der Strecke ſoll in feſtem Geſtein ſtehen. Die geſammte Kanal-Anlage wurde in 14 Jahren vollendet und koſtetete 70,000 Pfund Sterlinge. Er giebt gegenwärtig etwa 500 Pfund Sterlinge jährlichen Reinertrag, was nur $^5/_7$ Procent des Anlage-Kapitals ausmacht. Die Kanal-Compagnie unterhält blos den Kanal und die damit in Verbindung ſtehenden Bremsberge und Maſchinerie, diejenigen, welche ſich des Kanals bedienen, müſſen alles Geräth ſelbſt anſchaffen. Die Tonne (20 Zentner) Kalkſtein, zahlt für die Benutzung des Kanals 6 Pence

Digitized by Google

(5 Sgr. 3 Pf.) Zinn und Kupfer 18 Pence (15 Sgr. 9 Pf.) und Kohlen 20 Pence (17 Sgr. 5 Pf.)

Weil durch das häufige Anſtoßen in der ſchiffbaren Strecke, die hölzernen Boote ſehr beſchädigt werden und bedeutende Reparaturen veranlaſſen, ſo hat man mit vielem Vortheil Boote von zuſammen geſchmiedeten Eiſenblechen eingeführt. Die Bleche ſind knapp $^1/_4$ Zoll dick; das Boot iſt 30 Fuß lang, $4^1/_2$ Fuß breit, $2^1/_2$ Fuß tief, und faßt etwa $4^1/_2$ Tonne (90 Zentner) Ladung. Das Gewicht des Bootes ſoll $1^1/_2$ Tonnen (30 Zentner) betragen, eine Angabe, die indeſſen zu geringe, — und die Koſten der Erbauung 60 bis 70 Pfund Sterling (420 bis 490 Thaler). Der obere Rand des Bootes iſt mit einer 3 Zoll breiten, $^5/_8$ Zoll ſtarken Schiene eingefaßt, der Boden mit Holz belegt, das Steuerruder von Eiſenblech; zwei geſchmiedete eiſerne Queranker dienen, die Seitenwände des Bootes zu halten. Der cubiſche Inhalt des Bootes kann zu etwa 300 Cubicfuß berechnet werden. Das Boot geht mit 5 Gefäßen, deren Gewicht zu 200 Pfund, alſo zu 1000 Pfund angenommen werden kann. 12 Zoll im Waſſer verdrängen etwa 120 Cubicfuß Waſſer, im Gewicht gleich 7200 Pfund. Das Gewicht des Bootes würde daher 6200 Pfund oder nahe 3 Tonnen ſein.

Derjenige Seitenarm des Kanals, der von Wheal-Crebor nach dem Schieferbruche bei Millhill führt, hat eine Höhe von $19^1/_2$ Fuß engl. zu überwinden. Es würde dies durch zwei Schleuſen möglich zu machen geweſen ſein, allein der obere Theil des Kanals hat ſo wenig Waſſer, daß die Schleuſen hätten nicht geſpeißt werden können. Man hat daher einen $70^1/_2$ Zoll breiten, 156 Fathoms (136 Lachter Pr.) langen gußeiſeren deutſchen Schienenweg angelegt, welcher $19^1/_2$ Fuß, $1^1/_2$ Zoll pro Fathom (à 6 Fuß engl.) oder $1^0\ 11'\ 37''$ anſteigt.

Ein etwa 20 Fuß langer Wagen geht auf dieſem Schienenwege, und kann ſo tief in das Waſſer herabgelaſſen werden, daß das Boot auf denſelben herabfährt, worauf Ladung und Wagen und Boot zuſammen etwa 8 Tonnen, von 3

Pferden, von einem Theile des Kanals in den andern gebracht werden. Das leere Boot wird von einem Pferde heraufgezogen, ſo wie auch beladen herabgezogen. Die Schienen ſind 8 Fuß lang, ohne Spurrippe 3½ Zoll breit, 1 Zoll ſtark; die Spurrippe iſt 1 Zoll hoch, unten 1 Zoll oben ¼ Zoll ſtark. Jede Schiene hat 3 oblonge Löcher, womit dieſelbe auf hölzernen ſtarken Stegen, welche 3 Fuß weit auseinander liegen, aufgenagelt iſt.

Der etwa 20 Fuß lange Wagen, beſteht aus einem ſtarken Bohlengerippe; die Räder ſind von Gußeiſen und haben 24 Zoll Durchmeſſer, ganz ſcheibenartig und nur ¾ Zoll ſtark. Die Conſtruction iſt derjenigen ganz ähnlich, welche für die Räder der Förderwagen auf der Grube Wheal-Crebor angewendet iſt, und nach derſelben Methode eingerichtet, welche bei den Förderungen auf der Grube Whingill bei Whitehaven bereits beſchrieben worden iſt.

Das Rad hat eine nach vorn geſchloſſene Büchſe und eine 6 Zoll lange Nabe. Auf die Rückſeite des Rades wird, mit vier kleinen Bolzen, eine runde Platte mit vier Anſätzen aufgeſchraubt, durch welche die ſchmiedeeiſerne, 2 Zoll ſtarke Achſe hindurch geht, und deren Oeffnung 2½ Zoll im Durchmeſſer und kleiner iſt, wie der vordere der Büchſe, welcher 3 Zoll Durchmeſſer hat. Die Achſe, welche in dieſes Rad geſteckt wird, iſt, 3 Zoll vom Ende, ¼ Zoll tief eingeſchnitten; in dieſe Vertiefung wird ein ¾ Zoll dicker, und 1¾ Zoll breiter, aus 2 Hälften beſtehender meſſingener oder eiſerner Ring gelegt. Zuerſt wird das Vorſchraubeſtück auf die Achſe geſteckt, dann der aus 2 Hälften beſtehende Ring um die Achſe gelegt, dann das Rad aufgeſteckt und das Vorlegeſtück befeſtigt. Eine kleine Oeffnung in der Büchſe, die durch einen Stift verſchloſſen wird, dient als Schmierloch. Wenn dieſe Räder genau gearbeitet ſind, und alles gehörig abgedreht; ſo müſſen dieſelben ſehr gut gehen, und die Schmiere lange halten können.

In dem Schieferbruche bei Millhill befindet ſich ein geneigter gußeiſerner Schienenweg, auf welchem mittelſt eines

Digitized by Google

einfachen Pferdegöpels, die mit Schiefer gefüllten Wagen heraufgezogen, und die leeren Wagen herabgelaſſen werden. Der Schienenweg hat 44 Zoll Spurweite; die Schienen ſind, ohne die $^{11}/_{12}$ Zoll hohe, unten $^{1}/_{2}$ Zoll ſtarke Spurrippe, 3 Zoll breit und $^{7}/_{12}$ Zoll ſtark. Der Wagen hat gußeiſerne Räder von 19 Zoll Durchmeſſer, mit einem 1 Zoll breiten Radkranze; 8 Speichen und einer 7 Zoll langen Nabe. Der Kaſten des Wagens iſt von Holz, und ruht auf einem Holzblock; er iſt zum Auskippen vorgerichtet und dreht ſich um eine horizontale Achſe. Ein eiſerner Hacken hält ihn während der Förderung, wenn dieſer aushängt, läßt ſich der Kaſten umkippen und leicht entladen.

Da, wo der Taviſtock-Kanal bei Morvilleham endigt, liegt er $240^{1}/_{2}$ Fuß engl. über dem Fluthſtand, im Bette des Tamer, denn die Fluth ſteigt von Plymouth, wo die Tamer ſich in das Meer ergießt, noch bis hier herauf.

Von dem Kanal geht ein 120 Fathoms (720 Fuß engl. langer Bremsberg bis zum Fluſſe herab. Unten am Fluſſe liegen mehrere Waarenhäuſer, eine Mühle, auf welcher Mangan-Schlieche gemahlen werden, mehrere Kalköfen und große Stadeln für die Kupfererze. Dieſe letzteren liegen ſo an dem Abhange des Berges, daß von dem Bremsberge ein Schienenweg zu denſelben hinabführt, und die Erze von jeder Grube durch Rolllöcher in beſondere Stadeln geſtürzt werden können. Der Bremsberg hat zwei Trümmer, von denen das eine Trum bis nahe auf das Niveau des Fluſſes, das andere aber nur bis 30 über dieſem Punkte herabführt. Oben an dem Endpunkte des Kanals iſt ein Waſſerrad, durch welches die leeren Wagen den Bremsberg wieder heraufgezogen werden. Jedes Trum kann allein arbeiten. Das Waſſerrad iſt einfach und kann nur nach einer Seite arbeiten. Die beiden Trume des Schienenweges liegen 35 Zoll von einander entfernt und haben 46 Zoll Spurweite. Die Schienen ſind 69 Zoll lang, einſchließlich der Spurrippe $3^{1}/_{2}$ bis 4 Zoll breit; $^{3}/_{8}$ bis $^{3}/_{4}$ Zoll ſtark; die Spurrippe iſt 2 Zoll hoch, unten $^{1}/_{2}$ bis $^{7}/_{12}$ Zoll und oben $^{1}/_{4}$ bis $^{1}/_{3}$ Zoll ſtark.

Digitized by Google

An jedem Ende iſt die Schiene mit einem viereckigen $^{3}/_{4}$ Zoll weitem Loche verſehen, um mit Nägeln auf hölzerne Stege, oder ſteinerne Unterlagen befeſtigt zu werden. An ſehr ſchmutzigen Stellen des Weges am Tamer-Fluße und quer über Fahrwege weg, liegen rinnenartige Schienen; dieſelben ſind $34^{1}/_{2}$ oder 69 Zoll lang, $3^{1}/_{2}$ bis 4 Zoll breit, inwendig $1^{1}/_{12}$ bis $1^{1}/_{2}$ Zoll tief; $^{1}/_{2}$, $^{2}/_{3}$ bis $^{3}/_{4}$ Zoll im Boden ſtark; oben $2^{1}/_{4}$ bis $2^{3}/_{4}$ Zoll breit.

Der Wagen iſt von Eiſenblech, mit Verſtärkungen von eiſernen Schienen. Er hat ungleiche 15 Zoll hohe Vorder- und 18 Zoll hohe Hinterräder und iſt zum Ausſtürzen vorgerichtet. Er wird an einer eiſernen Kette heraufgezogen und heruntergelaſſen, deren Glieder 4 bis $4^{1}/_{4}$ Zoll lang, $2^{1}/_{2}$ Zoll breit und $^{1}/_{2}$ Zoll dick ſind. Dieſe Kette läuft auf eiſernen, in der Mitte der Bahnen liegenden Friktionsrollen, hohlen $7^{1}/_{2}$ Zoll Durchmeſſer haltenden, 18 Zoll langen und mit $1^{1}/_{2}$ Zoll vorſtehenden Kränzen verſehenen Cylindern, welche mit einer $25^{1}/_{2}$ Zoll langen geſchmiedeten Achſe verſehen und inwendig ganz mit Holz ausgefüttert ſind. Wenn die Wagen oben am Ende des Schienenweges angekommen ſind, iſt eine Vorrichtung angebracht, mittelſt welcher die Wagen ſelbſt die Achſe mit dem Seilkorbe ausrücken, ſo daß das Waſſerrad ſich allein bewegt, ohne den Wagen weiter fortzuziehen. Das Waſſerrad iſt oberſchlächtig, 28 Fuß hoch, 4 Fuß breit, es ſetzt mittelſt koniſcher Räder eine ſchiefſtehende Welle in Bewegung, durch welche, ebenfalls mittelſt koniſcher Räder, die Welle bewegt wird, an welcher der 6 Fuß im Durchmeſſer haltende und 2 Fuß breite Seilkorb und das Bremsrad für das eine Trum des Bremsberges befindlich ſind. Durch dieſe Welle kann eine andere ähnliche Welle, durch Getriebräder, für das andere Trum bewegt werden; dieſe Welle läßt ſich durch eine einfache Vorrichtung ein- und ausrücken.

An dem obern Ende des Bremsberges befindet ſich eine Plattform, welche in derſelben Neigung wie der Bremsberg liegt. Sobald der Wagen darauf kommt, ſo drückt er durch

Digitized by Google

ſein Gewicht dieſelbe in eine horizontale Lage herab. Dieſe Plattform iſt, mittelſt einer eiſernen Stange, mit einem darunliegenden Hebel verbunden, durch den eine Zugſtange bewegt wird, welche einen Hebel trägt, auf welchem das Zapfenlager der Welle des Seilkorbes ruht, und welches daher, wenn die Plattform ſinkt, in die Höhe gehoben wird, und dadurch außer Verbindung mit dem koniſchen Rade, an der ſchief ſtehenden Achſe kommt, von dem die Bewegung des Seilkorbes ausgeht. Zur Erleichterung dieſes Ausrückens, zieht an dem Hebel ein Gegengewicht mittelſt einer Kette. Außerdem iſt an dem Hebel eine eiſerne Stange mit einem Handgriff, ſo daß durch dieſelbe der Maſchinenwärter, ebenſalls zu jeder Zeit die Welle des Seilkorbes ausrücken kann.

Die Bremſe beſteht aus einem obern und einem untern Backen, welche gleichzeitig durch einen Hebel zuſammengezogen werden. Derſelbe iſt um eine eiſerne Achſe beweglich, mit dem untern Bremsbacken durch eine Kette verbunden, mit dem obern durch eine eiſerne Zugſtange und einen kleinen Hebel, deſſen Ende den oberen Bremsbacken herunter drücken, wenn die Zugſtange in die Höhe geht. Am entgegengeſetzten Ende ſind die Bremsbacken durch eine eiſerne Stange verbunden; um einen Zapfen in derſelben iſt die untere beweglich, welche außerdem noch durch die Verbindung zweier eiſerner Stangen an dieſer Seite niedergedrückt wird, und Freiheit zu einer kleinen Bewegung erhält.

Vor jedem Trum liegt eine große Drehſcheibe horizontal, in deren Niveau die Plattform durch das Gewicht des Wagens gedrückt wird, wodurch die Wagen auf einen Schienenweg gebracht werden, der gleich in der Nähe mit zwei Ausweichungen verſehen iſt, und nach dem Kanal führt.

Bremsberg von dem Shropſhire-Kanal nach der Severn, unweit Coalbrokdale.

Etwa 2 Meilen unterhalb Coalbrokdale vereinigt ſich der Shropſhire-Kanal mit der Severn durch einen 793 Fuß lan-

gen Bremsberg mit 207 Fuß ſenkrechtem Fall und einer Neigung von $15^1/_8$°. Der darauf liegende Schienenweg iſt von Gußeiſen; nach Art der Tramroad's conſtruirt. Die Schienen ſind die ſchwerſten und ſtärkſten der Art, welche die Herren v. Oeynhauſen und v. Dechen geſehen haben; außerdem liegen ſie auf 14 Zoll breiten und ſtarken hölzernen Straßbäumen und dieſe auf hölzernen Stegen. Nächſtdem iſt die ganze geneigte Ebene gut gepflaſtert; der Weg hat 3 Reihen von Schienen, ſo daß er zwei Bahnen mit einem gemeinſchaftlichen Mittelſtrange enthält; und in der Mitte des Weges wo der volle und leere Wagen mit einander wechſeln, hat er 4 Schienenreihen und 2 gänzlich getrennte Bahnen. Bei der einen Bahn liegen die Spurrippen der Schienen inwendig, bei der andern auswendig, die Schienen ſind 70 Zoll (6 Fuß engliſch); ohne die $2^1/_2$ Zoll hohe und 1 Zoll ſtarke Spurrippe, 7 Zoll breit und 2 Zoll ſtark; an dem einen Ende mit einer 5 Zoll breiten, 1½ Zoll weit hervorragenden Spitze, auf der andern mit einem dazu paſſenden Ausſchnitt verſehen, außerdem an der Spurrippe mit einem Anſatze, welcher einen durchgehenden Holzflock aufnehmen ſoll, um je zwei Schienen mit einander zu verbinden, und dann noch mit 4 Löchern von 1 Zoll Quadrat, um dieſelben auf die Straßbäume aufnageln zu können.

Die Verbindung der Schienen mittelſt Holzpflöcke, iſt nur ſelten angewendet, und eben ſo ſind nur wenige Schienen in der Mitte der Spurrippe mit einer kleinen Verſenkung verſehen. In dem Wege liegen eiſerne Rollen, über denen das Seil läuft.

Auf dieſem Bremsberge werden die Kanalboote, welche auf den Shropſhire-Kanal anlangen, herabgelaſſen. Zum Herablaſſen der Boote bedient man ſich eines hölzernen Wagengeſtelles. Die meiſten Kanalboote ſind von Holz, im Lichten 18 Fuß lang, 5 Fuß 2 Zoll breit und 2½ Fuß tief. Ein ſolches Boot wiegt leer etwa 1½ Tonnen, und die größte Ladung beträgt etwa 5 Tonnen, wobei es noch

etwa 3 Zoll Bord hat. Die Ladungen beſtehen in Kohlen und Eiſen.

Das hölzerne Wagengeſtelle auf das die Boote geſtellt werden, iſt ganz einfach conſtruirt. Auf den beiden äußern Geſtellbäumen ſtehen 5 Fuß hohe Pfoſten, welche durch Streben befeſtigt ſind, und oben durch einen ſtarken eiſernen Anker verbunden, der mit 3 Oeſen zum Anſchlagen der Kette verſehen iſt. Das Geſtelle hat 2 große Vorräder von 27 Zoll Durchmeſſer und zwei kleine Hinterräder von 16 Zoll Durchmeſſer, die eine innere Spurweite von 43 Zoll haben und 6 Zoll breit am Rande, 10 Zoll lang in der Nabe ſind und ganz unter demſelben liegen. Außerhalb des Wagens ſind noch zwei Außenräder an derſelben Achſe mit den kleinen Hinterrädern, von 24 Zoll Durchmeſſer mit den Spurkränzen und 78 Zoll Spurweite, welche, wenn der Wagen aus dem Kanal auf den Damm des Bremsberges gezogen wird, auf einem eigends für ſie gelegten Schienenweg laufen, und dazu dienen, daß der Wagen, ohne anzuſtreifen, den höchſten Punkt des Dammes überſchreiten kann.

Das Gewicht des Wagengeſtelles beträgt . .	2 Tonnen.
und des Bootes mit ſeiner Ladung . . .	6½ „
alſo das geſammte Gewicht	8½ Tonnen.

oder 170 Centner. In 12 Stunden können etwa 100 Boote herabgelaſſen werden.

Auf dem höchſten Punkte des Bremsberges und auf dem Rücken, welchen derſelbe mit der kurzen, nach dem oberen Theile des Kanales hinwärts geneigten Ebene bildet, ſtehet eine 16 zöllige Dampfmaſchine, welche dazu dient, die Wagen mit den Kanalbooten aus dem obern Theile des Kanales über den Rücken wegzuziehen, und die den Bremsberg heraufkommenden Wagen, den letzten Theil vollends herauf zu ziehen, wenn der volle Wagen ſchon unten mit dem Boote in das Waſſer taucht und daher ſo viel am Gewicht verliert, daß er nicht mehr im Stande iſt, den leeren Wagen wieder in die Höhe zu ziehen.

An der Achſe der Dampfmaſchine befindet ſich ein klei=

Digitized by Google

nes Getrieberad von 24 Zähnen, welches in ein großes Rad mit 96 Zähnen greift, auf deſſen Achſe der Seilkorb von 7 Fuß Durchmeſſer mit dem Bremsrade für den großen Bremsberg befindlich iſt. Das kleine Getrieberad kann durch einen in dem Maſchinengebäude angebrachten Zug ein- und ausgerückt werden, ſo daß ſich die Maſchine und der Seilkorb unabhängig von einander bewegen. Die Seile gehen von dieſem Korbe über eiſerne Seilſcheiben von 6 Fuß Durchmeſſer und 5 Zoll Breite, und dann unter dem Korbe weg, nach dem Bremsberge; die Seilſcheiben hängen ſchon ſenkrecht über dem obern Kanaltheile, und ſo können die Wagen über den Rücken vorgezogen werden.

An der Achſe der Dampfmaſchine befindet ſich auſſerdem ein Getriebe von 40 Zähnen, welches in ein Zahnrad von 96 Zähnen, das einem Zwiſchengelege angehört, eingreift, welches auf einer beſondern Achſe befeſtigt iſt, worauf auch ein Getriebe von 28 Zähnen ſich befindet. Dieſe Zwiſchenachſe hat ein Pfannenlager, inwendig im Maſchinengebäude, welches mittelſt eines Hebels ein- und ausgerückt, ſo daß nach Gefallen dieſe Zwiſchenachſe in Bewegung oder Ruhe verſetzt werden kann. Das Getriebrad von 28 Zähnen, welches an der Achſe eines kleinen Seilkorbes und Bremsrades befeſtigt iſt, durch welchen Seilkorb mit einer Kette, die Kanalboote aus dem oberen Kanaltheile auf die Höhe des Bremsberges gezogen werden. Die Manipulation beim Bremſen iſt folgende: Sobald der volle Wagen unten angekommen, wird von einem Arbeiter das beladene Boot von dem Wagen abgeſchlagen und in den Kanal geſtoßen und dagegen ein leeres Boot heraufgeführt und angeſchlagen. Das volle heruntergehende Boot zieht das leere nicht ganz herauf, indem der Schienenweg unten ganz flach in den untern Kanal geht, und das volle Boot, ſo wie es ins Waſſer taucht, zu viel am Gewicht verliert. Sobald das leere Boot ſtille ſteht, öffnet ein Arbeiter die Bremſe des großen Seilkorbes ganz, während ein anderer ſchon die Maſchine mit demſelben Seilkorb in Verbindung geſetzt hat, und dieſe anläßt, um das Boot

vollends herauf und über den Rücken des Bremsberges herüber zu ziehen. Sobald das Boot über dem Rücken gelangt iſt, geht es langſam auf dem Schienenwege in den obern Kanal. Der große Seilkorb wird dann außer Verbindung mit der Maſchine gebracht, die Maſchine ſtille geſtellt, und beide Arbeiter ſchlagen das leere Boot von dem Wagen ab, und ein volles dagegen an, und hängen den Wagen an die Kette des kleinen Seilkorbes. Dieſe Kette iſt während der Zeit abgewickelt worden, daß die Maſchine das leere Boot auf den Rücken heraufgezogen hat, in welcher Zeit auch dieſes Seilkorb mit der Maſchine in Verbindung geſetzt war. Sobald das volle Boot angeſchlagen iſt, wird die Maſchine angelaſſen, und durch den kleinen Seilkorb mit der Kette das volle Boot aus dem Kanal auf den Rädern des Bremsberges heraufgezogen. Der eine Arbeiter ſteht an der Maſchine, der andere an der Bremſe. Sobald das Bout herüber iſt, faßt das Seil des großen Seilkorbes, und mittelſt der Bremſe wird das volle Boot herabgelaſſen. Die Maſchine wird ſtille geſtellt, der kleine Seilkorb außer Verbindung mit der Maſchine gebracht, und der Arbeiter, welcher dieſes gethan, ſchlägt die Kette dieſes Seilkorbes von dem Wagen ab, und nun fängt das Herunterbremſen an, welches ſo lange dauert, bis das volle Boot in das Waſſer des untern Kanals taucht. Inzwiſchen hat ein Arveiter Zeit, die Feurung der Maſchine zu beſorgen und die Boote ſo in Ordnung zu bringen, daß beim Anſchlagen derſelben keine Zeit verloren geht. Der Arbeiter am untern Kanal iſt zugleich mit Ausladen u. ſ. w. beſchäftigt, indem das An = und Abſchlagen der Boote nur wenig Zeit erfordert. Eine Tonne Kohlen koſtet zu Calport auf dem untern Kanal 8 Schill. (2 Rth. 24 Sgr.) oder eine Pr. = Tonne zu 4 Schäffel (16 Sgr. 9 Pf.) ein ſehr niedriger Preis, wenn man berückſichtigt, daß die Kohlen von den Gruben ſchon mehrere Meilen weit herkommen.

Sämmtliche Verbindungsräder der Bremsvorrichtung und der Seilkörbe ſind aus 2 Theilen gegoſſen, welches das Aufkeilen derſelben auf die Achſen, zumal bei vorfallenden

Digitized by Google

Brüchen, ſehr erleichtert. Die Achſen ſind von Gußeiſen 4 Zoll im Quadrat, die Zapfen 3½ Zoll Durchmeſſer, die Räder 3 Zoll im Theilriß. Der Krummzapfen der Maſchine hat 18 Zoll. Das Seil, an dem die Wagen herabgelaſſen werden, hat 3½ Zoll Durchmeſſer.

Der große Seilkorb macht bei einem Umgange der Maſchine ¼ Umdrehung und der kleine 7/48 oder nahe 1/7 Umdrehung. Tredgold giebt die Länge dieſes Weges zu 1050 Fuß an; außerdem führt er an, daß der Shropſhire-Kanal noch zwei andere Bremsberge habe; der zweite von 1800 Fuß Länge und 126 Fuß Fall, oder eine Neigung von etwas über 4°; der dritte von 1050 Fuß und 120 Fuß Fall, oder eine Neigung von 7⅙ Graden.

Achtes Kapitel.

Feſtſtehende Dampfmaſchinen, und Bewegung auf den Bahnrampen[1]).

Um beladene Wagen einen ſo ſteilen Abhang hinauf zu ziehen, auf welchem Dampfwagen nicht mehr wirken können; bedient man ſich der Dampfkraft auf eine andere, folgender Maßen regulirte Weiſe.

In geringer Entfernung vom Gipfel der Rampe iſt eine Trommel von 4¾ bis 12¾ Fuß im Durchmeſſer und nach Erforderniß der Länge des Seils etwa 4¾ Fuß lang angebracht, ſo wie die Fig. 153 zeigt. Die Axe dieſer Trommel liegt horizontal, ſenkrecht auf die Richtung der Schienen und ſo hoch, daß die Wagen unter der Trommel hindurch fahren können. Die Trommel iſt mit einem gezahnten Rade verbunden, in welches ein Drehling greift, deſſen Achſe mit einem Schwungrade und einer Bremſe, durch die Kurbel einer Dampfmaſchine umgedreht wird. Die Trommel kann ſich auf

---

[1]) Nach Minard.

ihrer cylindriſchen Achſe, von einem Ende bis zum anderen, frei drehen, und parallel mit der Länge der Achſe gleiten. Die Bewegung der Achſe iſt mittheilend, oder unabhängig, je nachdem die Zähne an dem einen oder dem andern Ende der Trommel eingreifen, oder nicht. Sie wird auf der Achſe durch einen Arbeiter vermittelſt eines Hebels verſchoben.

Wenn die Eiſenbahn einfach, ſo iſt ſie auf der Rampe, nach Fig. 148 eingerichtet. Am Fuße des Abhanges befinden ſich zwei Bahnen, auf welchen die Wagen ſtehen und ſich kreuzen können; auf der Rampe ſelbſt iſt nur eine Bahn, und auf der Plattform des Gipfels, zwiſchen dem höchſten Punkte des Abhanges und der Maſchine, befinden ſich wieder zwei Bahnen, deren eine ein wenig in der Richtung des Abhanges geneigt, die andere horizontal iſt (Fig. 153). Befinden ſich nun die beladenen Wagen, nebſt dem einen Ende des Seils, unten, ſo hackt man ſolches an die Wagen; die Trommel wird angeſchoben und die Dampf-Maſchine in Bewegung geſetzt. Die Trommel dreht ſich um, wickelt das Seil auf, und zieht die Wagen in die Höhe. Oben angelangt, hackt man das Seil los; die Wagen ſetzen ihre Bewegung auf der Plattform noch mit der erlangten Geſchwindigkeit in der Bahn rechter Hand fort, und bleiben darauf dort, bis ſie ihre Fahrt weiter verfolgen. Während die beladenen Wagen hinauffuhren, ſind die leeren Wagen bis unter die Trommel gebracht worden; von da werden ſie mit den Händen auf die Plattform der Bahn linkerhand geſchoben, welche, um die Bewegung der Wagen zu befördern, ein geringes Gefälle nach dem Abhange hin hat. So wie man das Seil von den beladenen, heraufgekommenen Wagen gelöst hat, hackt man es an die leeren Wagen. Man löst die Trommel und treibt die leeren Wagen nach dem Abhange hin. Die Schwere zieht ſie fort, die Trommel dreht ſich frei um die feſte Achſe, und die Wagen fahren hinunter, das Seil mit ſich ziehend.

Wenn ein ſtärkerer Verkehr auf der Straße eine doppelte Bahn erfordert, ſo ſind zwei Trommeln, d. h. für

Digitized by Google

jede Bahn eine vorhanden. Sie drehen ſich in einerlei Richtung um; aber um die eine Trommel wickelt ſich das Seil von oben, um die andere von unten. Die Anordnung der Schienen iſt die nämliche, wie bei den Bremsbergen (Fig. 150.)

Statt zweier Trommeln kann man auch, wie bei den Bremsbergen, eine große Rolle machen, welche von der Dampfmaſchine, vermittelſt Winkelräder in Bewegung geſetzt wird. Dieſe einfachere und wohlfeilere Einrichtung erfordert aber, daß die Reibung des Seils auf der Rolle ſtärker ſey, als das Uebergewicht der beladenen Wagen über die leeren, weil ſich ſonſt die Rolle drehen würde, ohne die Wagen und das Seil fortzuziehen.

Iſt das Gefälle des Bahn-Abhanges, oder das Gewicht der herabfahrenden Wagen ſo ſchwach, daß dieſelben das Seil nicht fortziehen können, ſo fügt man zu der obigen Anordnung noch eine große Rolle am Fuße des Abhanges hinzu, um welche ein zweites Seil läuft, deſſen eines Ende an den hinterſten herrauffahrenden Wagen, das andere Ende an den vorderſten leeren Wagen befeſtigt iſt. Vermittelſt dieſes Seils zieht dann die Dampfmaſchine zugleich auch die herabfahrenden Wagen fort; und zwar wechſelſeitig auf den beiden Bahnen (Fig. 149).

Eine ähnliche Einrichtung findet man, um die beladenen und die leeren Wagen, zugleich oder abgeſondert, auf den Bahn-Abhängen der Straße von St. Helens und des großen Tunnels von Liverpool (Fig. 154.) herauf- oder herabzuziehen. Ein Seil ohne Ende, welches wir, als von einem Punkt O ausgehend betrachten wollen, iſt mitten auf eine der beiden Bahnen gelegt, geht unter der Erde und nach M fort, und umſchließt bis K einen Theil der obern Kehle einer Rolle B mit zwei Rinnen von 9½ Fuß im Durchmeſſer. Von K läuft das Seil nach R, in die obere Rinne der Rolle C, welche zwei Rinnen von 6⅔ Fuß im Durchmeſſer hat; von R läuft es nach S und darauf halb um die Rolle D, von gleichem Durchmeſſer wie C. Von I kommt es, in den untern Rinnen der Rollen C und B, nach N und G zurück, diagonal

ſeine erſte Richtung kreuzend, umfängt die Rolle B von G nach T, läuft über die Oberfläche des Bodens hin, folgt der Mittel-Linie der zweiten Bahn, geht unter die Erde am Fuße des Abhanges, kommt, nachdem es den halben Umfang H P der Rolle A, von 9½ Fuß Durchmeſſer, umgeben hat, wieder hervor, und gelangt ſo endlich wieder nach O. Dieſes Seil, deſſen Länge mit dem Feuchtigkeitsgrade der Luft und durch den Gebrauch veränderlich iſt, wird durch ein Gegengewicht E, welches in eine Grube hinabſteigen kann, in ſtets gleicher Spannung erhalten. Vermittelſt der verticalen Rolle U wirkt es auf den Mittelpunkt der Rolle D, die, auf einem Wagen befeſtigt, der auf den Schienen rollt, allen Verlängerungen und Verkürzungen des Seils folgt. Eine auf dem Gipfel der Rampe ſtehende Dampfmaſchine, dreht die Rolle B vermittelſt koniſcher Räderwerke um. Dadurch bekommt das Seil, deſſen Reibung durch das beſchriebene Syſtem von Rollen ſehr vergrößert wird, eine ſtetige Bewegung, und zwar auf den beiden Bahnen in entgegengeſetzter Richtung. Um einen Wagenzug herauf zu ziehen, dient ein anderes, kleineres Seil, deſſen eines Ende an dem erſten herrauffahrenden Wagen befeſtigt iſt, während das andere, umgeben und ſtark gepreßt von dem großen Seile, daran durch die Reibung feſthält und deßhalb ſeiner Bewegung folgt.

Wenn in der Linie einer Eiſenbahn eine Anhöhe liegt, deren Gipfel ſchmal genug und deren Abhänge ſtark genug ſind, daß die leeren Wagen das Seil herabzuziehen vermögen, ſo iſt nur eine, von einer Dampfmaſchine in Bewegung zu ſetzende, Trommel nöthig. Hat die Straße in dieſem Falle nun eine Bahn, ſo legt man zwei Bahnen, nämlich auf jede Seite der Anhöhe, am Fuße derſelben, eine; auf die Abhänge ſelbſt aber nur eine Bahn, und auf den Gipfel wieder zwei Bahnen, mit geringen Gefällen in entgegengeſetzter Richtung. Befindet ſich nun ein Wagenzug an dem einen Fuß der Anhöhe, wohin das Seilende hinabgezogen worden, ſo hackt man es an den erſten der heraufzuziehenden Wagen. Die Trommel wird eingeſchoben, und man läßt die Dampf-

Digitized by Google

maſchine die Wagen heraufziehen. Sowie dieſelben aber angelangt ſind, hält man die Maſchine an und hackt das Seil los; die Wagen werden mit den Händen fortgeſchoben und rollen nun, mit Hülfe des ſchwachen Gefälles, auf dem Gipfel leicht bis zum Anfange des andern Bahn-Abhanges fort. Während ihrer Bewegung dorthin, die mit geringer Geſchwindigkeit erfolgt, hackt man das heraufgezogene Ende des Seils an den hinterſten Wagen, löſet die Trommel, und treibt vollends den Wagenzug nach dem Anfange des andern Abhanges, auf welchem nun die Wagen hinabrollen, und das Seil mit ſich fortziehen, welches ſich von der frei auf der Welle ſich drehenden Trommel abwickelt. Hat die Straße eine doppelte Bahn, ſo müſſen zwei Trommeln vorhanden ſeyn. Die Schienen werden dann auf den Abhängen ſo gelegt, wie in dem Falle, wenn die Abhänge ſelbſtwirkend ſind.

Man kann auch der Wirkung der Dampfmaſchine diejenige des Gewichtes der hinabfahrenden Wagen zu Hülfe kommen laſſen: auf die Weiſe, wie es auf der doppelten Bahn zu Brüſſelton geſchieht. Einer der Bahn-Abhänge daſelbſt iſt 422⅔ Ruthen lang und hat 1 auf 33 Gefälle; der andere iſt 200 Ruthen lang, und hat 1 auf 30½ Gefälle; der Gipfel der Anhöhe iſt ungefähr 26½ Ruthen lang. Am Fuße der Rampen und auf dem Gipfel befinden ſich zwei Bahnen mit ſchwachen, entgegengeſetzten Gefällen (Fig. 152). Auf den Abhängen ſelbſt iſt die Bahn nur einfach. Die Bahn auf dem kürzern Abhange bildet beinahe einen Kreisbogen, von etwa 207 Ruthen Halbmeſſer. Der längere Abhang, der nach den Bergwerken zu liegt, wird immer von beladenen Wagen beſtiegen, und leere Wagen fahren denſelben hinab. Auf dem kürzeren Abhange verhält es ſich umgekehrt. Zwei Trommeln, auf einer und derſelben gußeiſernen Achſe von 9⅔ Zoll Durchmeſſer unverſchiebbar befeſtigt, werden durch eine Dampfmaſchine von 60 Pferden Kraft, die in der Mitte des Gipfels ſteht, in Bewegung geſetzt. Die eine Trommel, 13 Fuß 9½ Zoll im Durchmeſſer, correſpondirt mit dem längern, die andere, 6 Fuß 4½ Zoll im Durchmeſſer, mit dem

kürzern Abhange. Die Umfänge der Trommeln verhalten ſich ungefähr, wie die Länge der Abhänge, damit die Wagen dieſe Länge in gleichen Zeiten durchlaufen können. Die Trommeln drehen ſich nach einerlei Richtung um; aber während ſich das Seil auf die eine aufwickelt, wickelt es ſich von der andern ab. Die Geſchwindigkeit kann vermittelſt einer, mit der Trommel concentriſchen Hemmung von 20 Fuß 8 Zoll im Durchmeſſer, ermäßigt werden. So wie nun ein Zug von 12 Wagen den einen Abhang erſteigt, führt ein gleicher Zug von 12 andern Wagen den andern Abhang hinab. Wenn der zweite am Fuße des Abhanges angelangt iſt, befindet ſich der erſte am Gipfel, in H. Von da treibt man ihn, mit Hülfe des ſchwachen Gefälles der Bahn H B, und nachdem das große Seil abgehackt worden, leicht mit den Händen nach B C, wo er ſtehen bleibt. Nun wird das abgehackte große Seil an den hinterſten der 12 leeren Wagen befeſtigt, die während der vorigen Bewegung in D E geſtanden haben; das Ende des herabgezogenen kleinen Seiles aber wird an den vorderſten der 12 anderen leeren Wagen gehackt, welche hinaufgezogen werden ſollen. Man ſchiebt den Wagenzug D E nach dem Anfange des großen Abhanges, ſetzt die Dampfmaſchine in Bewegung, und ſchafft ſo die 12 leeren Wagen den obigen Abhang hinab, während die 12 andern den kleinen Abhang heraufgezogen werden. Nachdem dieſe letztern in G angelangt ſind, während die erſten nach dem Fuße des längern Abhanges kamen, ſchiebt man die Wagen, mit Hülfe des ſchwachen Gefälles G E und nachdem die Maſchine angehalten und das kleine Seil gelöſet worden iſt, mit den Händen leicht nach D E, wo ſie bis zur Fortſetzung ihrer Fahrt warten. Das abgehackte Ende des kleinen Seils wird an den letzten der 12 Wagen gehängt, die in B C geblieben waren. Das herabgezogene Ende des großen Seils aber wird an den vorderſten derjenigen 12 Wagen gehackt, die heraufgezogen werden ſollen. Man ſchiebt den Wagenzug B C nach dem Anfange des kürzeren Bahn-Abhanges, ſetzt die Dampfmaſchine in Bewegung, und die 12 beladenen Wagen fahren

Digitized by Google

den kürzeren Abhang hinab, während die 12 anderen den längern Abhang hinaufgezogen werden. So geht es wechſelſeitig weiter.

Herr Minard hat beobachtet, daß zu Brüſſelton 12 Wagen, mit einer Geſchwindigkeit von etwa 9¼ Fuß, den längern Abhang hinauf gezogen wurden. Zum Ab- und Anhacken der Seile waren etwa 3 Minuten Zeit erforderlich; alſo können täglich in 12 Stunden, etwa 30 Auf- und Abfahrten gemacht werden; was auch ungefähr dem Verkehr auf der Darlingtoner Straße entſpricht, der jetzt jährlich aus 8 bis 10 hunderttauſend Zentner Steinkohlen beſtehen ſoll.

Wenn man zwei ganz gleiche Abhänge und zwei gleiche Trommeln annimmt, und von dem Gewichte der Seile abſtrahirt, ſo wird in jedem Augenblicke der Bewegung das Gleichgewicht ſtattfinden, und es wird kein anderer Widerſtand, als der der Reibung, zu überwinden ſeyn; allein dieſer Widerſtand kann gleichwohl ſehr beträchtlich ſeyn. Auf der Straße von Roaune, wo man bei den Abhängen von Rullize, die ungefähr in dem angenommenen Falle ſind, mit einem Roßwerke auszureichen gedachte, hat man müſſen eine Dampfmaſchine von 25 Pferden Kraft aufſtellen.

Wäre die Neigung nicht ſo ſtark, daß das Seil von den leeren Wagen hinabgezogen werden kann, ſo müßte man am Fuße der Abhänge große horizontale Rollen anbringen, mit einem dritten Seil, welches an den vorderſten hinabfahrenden und an den hinterſten herauffahrenden Wagen befeſtigt werden müßte.

Bei allen Abhängen iſt es unumgänglich nothwendig, daß man die ganze Bewegung, vom Gipfel aus bis unten zu, überſehen könne, damit man die Bewegung nicht eher beginnen laſſe, als bis alles dazu vorbereitet iſt. Zu dem Ende giebt man mit einer am Fuße der Abhänge errichteten Art von Telegraphen Zeichen, und wenn, wegen zwiſchenliegender Hinderniſſe, dieſe Zeichen nicht geſehen werden könnten, giebt man das Signal durch einen Drahtzug mit Glocke.

Digitized by Google

So laſſen ſich ſtarke Abhänge überſteigen. Auf folgende Weiſe laſſen ſich durch feſtſtehende Dampfmaſchinen die Fuhrwerke auf der ganzen Linie einer Eiſenbahn fortſchaffen.

Man theilt die Linie in einzelne Strecken von 530 bis 664 Ruthen lang, und ſetzt auf jede Strecke eine Dampfmaſchine. Geſetzt, die Straße habe nur eine Bahn, und es ſeyen A B C (Fig. 151) drei Stationen, mit doppelter Bahn und drei Maſchinen: ſo dreht jede Maſchine zwei Trommeln, die auf einer und derſelben Welle ſtecken. Jeder Wagenzug wird vorn von einem Seile gezogen und zieht ein Seil hinter ſich. Es ſeyen D und E zwei Wagenzüge, die entgegengeſetzter Richtung fahren. D nach der Richtung des Pfeils, wird durch das vordere Seil G und durch die Trommel S gezogen, die in B eingeſchoben iſt; zugleich zieht dieſer Wagenzug das hintere Seil F, welches ſich von der Trommel U abwickelt, die von der Maſchine A abgelöſet iſt. In m angelangt, ändert ſich die Bahn und geht nach n o, wo man die Seile hinten und vorn löſet; der Wagenzug wird nun mit den Händen von o nach y geſchoben, wo ſich ein ſchwaches Gefälle befindet. In y hält man an. Ein anderer Wagenzug E durch das vordere Seil h und die eingeſchobene Trommel T gezogen, zieht das hintere Seil i fort, welches ſich von der gelöſeten Trommel z abwickelt. So wie der Wagenzug nach p kommt, hackt man beide Seile los; der Zug gelangt auf die andere Bahn und rollt von ſelbſt hinab, oder wird mit den Händen von p nach e k geſchoben, wo ſich ein ſchwaches Gefälle befindet. Er bleibt darauf in e k. Nun wird das Seil r hinten an den Zug D befeſtigt, der in y geblieben war und das Seil i vorn an denſelben. Die Trommel T wird von der Maſchine B gelöſet und die wieder angeſchobene Trommel z zieht den Wagenzug D nach ſich. Ebenſo wird das Seil g hinten an den Wagenzug E befeſtigt, der in e k geblieben war und das Seil F vorn an denſelben. Die Trommel S wird von der Wirkung der Maſchine B abgelöst; U wird für die Maſchine A eingeſchoben, und zieht ſo den Wagenzug E nach ſich. Die beiden Wagenzüge werden ſo immer weiter

Digitized by Google

ſich entfernen, durch die zuſammengeſetzte Wirkung anderer Maſchinen über A und C hinaus, während andere ankommende Züge jener in der Station B begegnen.

Dieſes iſt das Bewegungs-Syſtem, welches man reciprocating nennt, von den einander entgegengeſetzter Wirkungen der Trommeln.

Anſtatt die beiden Trommeln jeder Maſchine, eine nach der andern, ſich bewegen zu laſſen, kann man ſie auch zugleich in Bewegung ſetzen. So können die Trommeln S und T zugleich die Wagenzüge E und D nach ſich ziehen, an welche immer 2 Seile f und i hinten angehängt ſind, welche ihnen folgen. Dieſe Wagenzüge begegnen ſich dann unter den Trommeln der Maſchine B. Man löſet alle Seile, das hintere Seil eines Zuges wird zum vordern eines andern. Die Trommeln S und T werden beide gelöſet, die eingeſchobenen Trommeln U und Z werden in Bewegung geſetzt, und ziehen den Zug E nach A und den Zug D nach C; die Maſchine B bleibt unthätig. Dieſes Syſtem erfordert kräftigere Maſchinen.

Die eine und die andere Art haben ihre Uebelſtände. Bei erſter Art muß jeder Wagenzug einen andern erwarten; bei der zweiten bewegen ſich die Züge zwar immer fort, aber es bleiben ſtärkere Maſchinen unthätig.

Bei dem wechſelwirkenden Syſteme liegt immer ein Seil auf der Mittellinie der Schienenbahn; und wo die Eiſenbahn einer Heerſtraße begegnet, muß das Seil gegen die Räder der Wagen und die Füße der Pferde geſichert werden. Zu dem Ende läßt man es in einer Art von hölzernem oder eiſernen Gerinne (buse) laufen, deſſen Obertheil auf Angeln ſich dreht. Ein Knabe, der beſtändig dieſe Leitung öffnet und verſchließt, zeigt es den Vorüberfahrenden an, wenn ein Wagenzug anlangt.

Die feſtſtehenden Maſchinen auf Eiſenbahnen haben gewöhnlich hohen Druck, ohne Niederſchlag der Dämpfe. Die Bewegung der Wagen erfordert, daß die Maſchine mit Unterbrechungen wirke, und je bei dem Anfange der Bewegung

Digitized by Google

ſtärker. Die Maſchinen mit Niederſchlag der Dämpfe, die erſt nach einigen Momenten ſtärkere Luft entwickeln, ſcheinen alſo für die Bewegung der Wagen auf Bahn=Abhängen weniger geeignet.

Uebrigens bezieht ſich alles, was hier von feſtſtehenden Dampfmaſchinen und Bahn=Abhängen geſagt iſt, nur auf Straßen, auf welchen nicht mit großer Geſchwindigkeit gefahren wird. Eben ſo verhält es ſich bei dem wechſelwirkenden Syſteme, wo die Wagen immer nur $9\frac{1}{2}$ bis $12\frac{3}{4}$ Fuß Geſchwindigkeit haben.

Folgendes ſind die Wirkungen einiger feſtſtehenden Dampfmaſchinen auf Bahn=Abhängen.

Straßen.	Kraft der Maſchine (Pferde.)	des Bahn=Abhanges: Länge (Ruthen.)	des Bahn=Abhanges: Gefälle	Durchmeſſer des Seils (Zoll.)	Durchmeſſer des Seils (Linien.)	Gewöhnliche Bewegung: Gewicht der beladenen Wagen (Zentner.)	Gewöhnliche Bewegung: Mittlere Geſchwindigkeit (Fuß.)
Liverpool	50	478	1 auf 46	1	$9\frac{1}{2}$	4851	$12\frac{1}{2}$
St. Helen=Runcorn	40	106	1 „ 30	1	$9\frac{1}{2}$	4657	$5\frac{1}{4}$
Canterbury	25	797	1 „ 76	1	$7\frac{3}{4}$	7761	$8\frac{5}{6}$
ddo.	25	427	1 „ 41	1	$7\frac{3}{4}$	3260	$11\frac{1}{8}$
Jvry (Epinac)	25	80	1 „ $8\frac{1}{2}$	3	10 / $9\frac{1}{4}$	2095	$1\frac{3}{5}$

Man muß ungefähr 3 Minuten Zeitverluſt zwiſchen jedem Ende und Wiederanfange der Bewegung rechnen. Die Maſchinen von Liverpool können bis 7760 Zentner hinaufziehen; die von St. Helene bis 6210 Zentner; die von Jvry 2794 Zentner. Auf dieſem letzten Bahn=Abhange iſt das Seil platt.

Digitized by Google

Neuntes Kapitel.

Von den undulirenden oder wellenförmigen Eiſenbahnen.[1])

Großes Aufſehen unter den Mechanikern und Nichtmechanikern Englands hat in der neueſten Zeit die von Richard Badnall dem Jüngern, zu Douglas, auf der Inſel Man erfundene, undulirende Eiſenbahn gemacht, die ſich ſowohl auf ſogenannten Kanten als auch auf Randſchienen anwenden läßt. Dieſe Erfindung läßt ſich am Beſten durch die Betrachtung der Schwingungen eines Pendels verſinnlichen. Wenn ein, mittelſt einer Schnur von dem Punkte 2, Fig. 164 herabhängendes Blei aus der ſenkrechten Linie bis zum Punkte a gezogen und dort frei gelaſſen, ſo wird daſſelbe in Folge ſeiner eigenen Schwere in dem Bogen a b bis zu dem Punkte b fallen; es wird aber bei dieſem Falle zugleich auch ein ſolches Bewegungsmoment erlangt haben, daß es durch dieſes auf der entgegengeſetzten Seite eben ſo hoch, d. h. bis zum Punkte c getrieben wird. Nimmt man nun an, daß von den Gipfeln zweier Berge herab durch ein Thal, ein Schienenweg oder eine Eiſenbahn auf ſolche Art geführt ſey, daß der Abfall von dem Gipfel a Fig. 165 bis in das Thal b denſelben Winkel mit einer horizontalen Linie bilde, wie ihn die auf der andern Seite von b bis c emporſteigende Bahn bildet, ſo wird ein Wagen d, der ſich auf dem Scheitel des Abhanges bei a befindet, blos durch ſeine eigene Schwere auf der Eiſenbahn bis zu dem Pnnkte b hinablaufen und dadurch nach den Geſetzen der Pendelſchwingungen ein ſolches Bewegungsmoment erlangen, daß er ohne weitere Kraftanwendung auf der andern Seite bis zum Scheitel des

---

[1]) Nach Biots Eiſenbahnwerk.

Digitized by Google

Hügels c, deſſen Höhe jener des Hügels a gleich iſt, hin-auflăuft.

Dies würde, den allgemein bekannten phyſikaliſchen Ge-ſetzen gemäß, ganz zuverläſſig geſchehen, wenn das Bewe-gungsmoment nicht durch die Reibung der Wagenräder an ihren Achſen und an den Schienen, auf denen ſie laufen, ein Hinderniß erführe. Zieht man nun dieſe Reibung als aufhaltende Kraft von dem Bewegungsmomente ab, welches der Wagen durch das Herablaufen von a bis b erhielt, ſo wird man finden, daß dieſes Bewegungsmoment den Wagen nicht von b bis c, ſondern blos bis z treiben wird.

Herr Badnall drückt ſich hierüber folgendermaßen aus: Man wird hieraus ſehen, daß der Wagen d nicht blos in Folge ſeiner eigenen Schwere von a bis b herabgelangen wird, ſondern daß er durch das Bewegungsmoment, welches er durch dieſes Herabrollen erhält auf der entgegengeſetzten Seite ohne alle Mithülfe irgend einer Triebkraft bis zum Punkte z emporgetrieben werden wird. Um daher den Wa-gen vollends bis auf den Gipfel des zweiten Hügels, d. h. bis c zu treiben, iſt blos eine ſolche Triebkraft nöthig, wel-che den Wagen von z bis c zu treiben im Stande iſt, ſo daß alſo auf dieſe Weiſe alle die Kraft erſpart wird, die zum Treiben des Wagens von a bis z erforderlich wäre.

Wird nun eine geringe oder ſchwache Triebkraft ange-wendet, um dieſen Wagen von a bis b zu ſchaffen, ſo erzielt man auf dieſe Weiſe ein größeres Bewegungsmoment, als ſich aus dem Herabrollen des Wagens in Folge ſeiner eige-nen Schwere ergeben würde, und man iſt daher im Stande, den Hügel b c zu erreichen, nachdem man die ganze Strecke von b bis c auf der wellenförmigen Eiſenbahn mit Hülfe ei-ner weit geringern Triebkraft zurückgelegt hat, als nöthig wäre, um den Wagen auf einer vollkommen horizontalen Fläche eine gleiche Strecke weiter zu treiben.

Nach dieſer Auseinanderſetzung der Grundſätze, auf welchen Badnals undulirende Eiſenbahn beruht, iſt nur noch zu bemerken, daß die Theorie dieſer Eiſenbahn durch

Digitized by Google

einige Verſuche, die der Erfinder mit einem kleinen Modelle aufſtellte, ſich als ſehr gut bewährt hat. Er hat ſie in einer kürzlich erſchienenen Schrift öffentlich mitgetheilt.[1]) Herr Badnall hält ſich für überzeugt, daß die gekrümmten oder wellenförmigen Eiſenbahnen, ſowohl auf ebenen, als auch auf ſchiefen Flächen unzweifelbare und unwandelbare Vorzüge vor den horizontalen Bahnen vorausbaben, und er ſchätzt den angeſtellten Verſuchen zufolge, den Gewinn an Zeit auf die Hälfte, und jenen an Gewicht auf das doppelte der Kraft. Die theoretiſche Darſtellung der Vortheile dieſer Art von Eiſenbahnen giebt es auf folgende Weiſe:

Es ſey die Linie E A in Fig. 166 eine horizontale, A B eine bergabſteigende Eiſenbahn, auf welchen Bahnen ſich die drei Räder W W W befinden.

1. Der Betrag der Reibung, die durch den Druck des Rades W auf die Fläche E A hervorgebracht wird, ſteht nun in genauem Verhältniſſe mit deſſen Gewicht, oder mit dem Gewichte irgend eines auf demſelben ruhenden Fuhrwerkes; und von dieſem Gewichte hängt auch der Betrag der Reibung ab, welche durch die Umdrehung der Achſe innerhalb der Nabe oder des Cylinders, in welchem ſie ſich bewegt, bewirkt wird. Die Urſache, warum der Betrag der Reibung oder Abreibung mit dem Gewichte des Fuhrwerkes im Verhältniſſe ſteht, beruht darauf, daß wenn C die Achſe oder der Mittelpunkt des Rades iſt, die ſenkrechte Linie C G die Schwerlinie vorſtellt. An einer horizontalen Eiſenbahn ſtimmen alſo, obſchon ſie davon abhängen, der Druck auf die Schienen und der Betrag der durch dieſen Druck erzeugten Achſenreibung genau mit dem Gewichte der Wagen und der Laſt überein, und wird

---

[1]) A treatise on Railway-Improvements explanatory of the chief difficulties and inconveniences, which at present attend the general adoption of Railways and the means, by which these objections may be overcome, as proved by a series of interesting experements etc. By Richard Badnall London 1833.

zur Ueberwältigung dieſes Druckes und dieſer Reibung eine Triebkraft angewendet, und dadurch ein maximum von Geſchwindigkeit erreicht, ſo bleibt dieſe Geſchwindigkeit (wenn die Kraft unterhalten wird) durch Räume und Zeiten gleich, nur der Druck und die Reibung bilden eine, einen gleichförmigen Widerſtand leiſtende Kraft. Ueberdies ſtimmt der Betrag einer Laſt, die irgend ein locomotives Fuhrwerk fortzuſchaffen im Stande iſt, genau mit dem Betrage ſeines Druckes auf die Schienen oder Achſen, oder mit andern Worten auf die Achſenreibung überein.

2. Nehmen wir nun an, das Rad W ſoll von A nach B gelangen. Von dem Punkte A aus bis T würde ein Körper offenbar nach den Geſetzen fallen, nach welchen Körper ſenkrecht fallen; zieht man aber auf die Linie A B die ſenkrechte V T, ſo wird der Körper in derſelben Zeit auf der ſchiefen Ebene von A bis V hinabgelangen, in der er ſenkrecht von A bis T fallen würde. Die Schwerkraft, in Folge welcher der Körper dies vollbringt, indem ſie auf dem ganzen Abfalle von A bis B gleichmäßig wirkt, muß eine gleichförmig beſchleunigte Bewegung haben, und in Folge dieſer wird bei der Ankunft des Wagens am Punkte B die Geſchwindigkeit mathematiſch genau ſo groß ſeyn, als ſie ſeyn würde, wenn derſelbe ſenkrecht von A bis T gefallen wäre. Was nun die Größe der Schwerkraft, oder die Urſache betrifft, durch welche das Rad W auf der ſchiefen Fläche A B herabgetrieben wird, ſo ergiebt ſich dieſelbe leicht aus einem Blicke auf das Paralellogram D C P G. Hier iſt nämlich die Diagonale C G die Schwerlinie, C P die Linie, die den Grad des Druckes auf die Schiene vorſtellt, und C D die Bewegungs-Linie; d. h. die Linie, oder die Schwerkraft C G wird, ſtatt daß ſie ſenkrecht und mit voller Intenſität auf die Schiene, wie auf die Linie E A wirkt, in 2 getrennte und verſchiedene Kräfte, nämlich in C D und C P getheilt, von denen, wenn man ſich ſo ausdrücken darf, letztere das Rad in ſeinem Gange aufzuhalten ſucht, während erſtere daſſelbe mit aller Kraft vorwärts zu treiben ſtrebt. So wie ſich nun C D zu C P

verhält, eben ſo verhält ſich die eine dieſer Kräfte genau zur andern, und wenn daher der Wagen oder das Rad 5 Tonnen wiegt, während C D ein Fünftel der Kraft beträgt, ſo wird C P der Druck auf die Schienen, von 5 Tonnen bis auf 4 Tonnen vermindert, und zwar nicht blos vermindert, ſondern die auf dieſe Weiſe erſparte oder gewonnene Kraft wird ſogar thätig zur Ueberwindung des von C P geleiſteten Widerſtandes verwendet.

Unter dieſen Umſtänden wird die Bewegung eines Wagens, der durch ſeine eigene Schwere auf der ſchiefen Ebene A B herabrollt, beginnen, bis derſelbe, wie bereits bemerkt worden, wenn er in B gelangt, dieſelbe Geſchwindigkeit erreicht hat, die er erreicht haben würde, wenn er ſenkrecht von A bis T herabgefallen wäre. Wird nun aber zur Unterſtützung der Schwerkraft fortwährend eine Triebkraft angewendet, ſo würde das Herabgleiten eines Körpers auf dieſem Abhange das Reſultat dieſer beiden vereinigten Kräfte ſeyn, ſo würde das Herabgleiten doch in Bezug auf Räume und Zeiten mit den Geſetzen des Falles im übereinſtimmenden Verhältniſſe ſtehen.

3. Nehmen wir nun aber an, es ſoll ein bei B ſtillſtehender Wagen W an die Stelle getrieben werden, auf welcher er in der Zeichnung auf der ſchiefen Fläche B E abgebildet iſt, ſo wird, da der Winkel F E B dem Winkel F A B gleich iſt, und da nach Ziehung der Schwerlinie C G das Parallellogramm C D G P genau jenem gleich iſt, welches auf der nebenſtehenden abſteigenden Fläche beſchrieben iſt, C P die Linie ſeyn, die den Druck auf die Schienen und C D jene Linie, die die Kraft ausdrückt, welche dieſem Drucke widerſtrebt. Hieraus erhellt alſo offenbar, daß der Wagen gegen B zurückrollen wird, ausgenommen, dies wird durch eine größere Kraft als C D iſt, verhindert; daß er aber, wenn ihm eine regelmäßige und größere Kraft, die wir die Triebkraft nennen wollen, entgegengeſetzt wird, nothwendig allmählig und mit gleichförmiger Geſchwindigkeit auf der Fläche B E emporſteigen muß, und zwar in gleichen Zeiten

durch gleiche Räume. Denn da der Kraft C D, die einen Theil der durch C G dargeſtellten Schwerkraft ausmacht, eine Kraft entgegenwirkt, die größer iſt, als ſie ſelbſt, ſo wird dieſelbe in dieſem Falle nicht als eine gleichmäßig aufhaltende oder verſpätende, ſondern blos als eine gleichmäßig entgegenwirkende Kraft wirken. Man wird ferner ſehen, daß der Druck auf den Schienen und folglich der Betrag der Reibung die ganze aufſteigende Fläche entlang, genau eben derſelbe iſt, wie auf der abſteigenden Fläche A B, d. h. um ſo viel geringer, als auf der horizontalen Linie E A, als das Verhältniß der Linie C D zu D G beträgt.

4. Um jedoch den Vortheil, der ſich aus der Annahme einer wellenförmigen Eiſenbahn ergeben würde, zu beweiſen, dürfen wir nicht annehmen, daß der Wagen bei B ſtill ſtehe, oder vielmehr, daß derſelbe, blos in Folge ſeiner Schwere allein, ſo weit auf der wellenförmigen Linie A B E fortrollt, als es möglich iſt.

Der Wagen wird alſo, wie bereits oben geſagt worden, nach den Geſetzen der Schwere von A bis B herabgelangen und an dieſem Punkte ſeine größte Geſchwindigkeit und folglich ſein größtes Bewegungsmoment erlangt haben. Er wird nicht an der aufſteigenden Fläche B E offenbar ſo lange aufwärts rollen, als die Kraft des Bewegungsmoments größer iſt, als die Kraft C D. So wie aber die Kraft dieſes Bewegungsmomentes, welche in dieſem Falle eine gleichförmig aufhaltende, oder verſpätende Kraft iſt, geringer wird, als die Kraft C D, wird letztere wieder die wirkſamere ſeyn, ſo daß der Wagen W wieder herabrollen und an dem Punkte B ſtillſtehen wird. Geſetzt jedoch, das durch das Herabgleiten auf B gewonnene Bewegungsmoment ſey hinreichend, um den Wagen auf der aufſteigenden Fläche bis zu dem Punkte H hinauf zu treiben, ſo iſt offenbar, daß wenn eine ſolche Kraft angewendet werden könnte, die C D zu überwinden im Stande wäre, die aufſteigende Strecke H E in viel kürzerer Zeit, mit weniger Umdrehungen der Räder und der Achſen und mit viel geringerem Kraftaufwande zurückgelegt

Digitized by Google

werden könnte, als erforderlich wäre, wenn die ganze aufſteigende Fläche B E nach der in 3 angegebenen Weiſe erklimmt werden müßte.

Wir wollen nun annehmen, daß eine der Kraft C D gleichkommende Aushülfskraft angewendet wird, um den Wagen W durch die Wellenlinie A B E zu treiben, und daß dieſe Kraft an dem Punkte B entzogen wird.

Hieraus folgt alſo offenbar, daß, da die Schwere allein ſchon den Wagen auf der aufſteigenden Fläche bis H, d. h. über die Mitte deſſelben emportrieb, um, wo eine doppelte Kraft angewendet wird, bei dem Punkte B auch ein doppeltes Bewegungsmoment als Reſultat zum Vorſchein kommen müſſe, ſo daß die ganze aufſteigende Fläche B E entlang der Kraft C D hinreichender Widerſtand entgegengeſetzt wird. Wenn nun dies richtig iſt, um wie viel leichter wird dieſe Kraft C D noch überwunden werden, wenn die Aushülfskraft auf der ganzen aufſteigenden Fläche B E unterhalten wird.

Es ſcheint alſo durch dieſes Raiſonnement eben ſo unbeſtreitbar, wie durch die angeſtellten Verſuche erwieſen, daß jede gegebene Laſt auf einer gekrümmten oder wellenförmigen Bahn nicht nur in weit kürzerer Zeit, als auf einer horizontalen, oder daß eine weit größere Laſt nicht nur innerhalb derſelben Zeit ſortgeſchafft werden kann, ſondern daß ſelbſt Laſten, welche auf der horizontalen Fläche E A durch eine Triebkraft bewegt werden konnten, durch ihre eigene Schwere und mit Hülfe einer andern Kraft mit Leichtigkeit auf der Fläche A B hinabgleiten und auf der Fläche B E wieder emporſteigen können. Eben ſo offenbar wird es auch ferner noch ſeyn, daß, welche Kraft auch bei der Ankunft an dem Punkte E übrig bleiben wird, dieſe Kraft zum Erklimmen der weiteren ſchiefen Fläche E I verwendet werden wird, und daß zu dieſem Ueberſchuß auch die fortwährend zur Ueberwindung von C D angewendete Kraft hinzugezählt werden müße.

5. Zu bemerken iſt, daß, obſchon ſich die verfügbare Schwerkraft im Gegenſatz zum Drucke, nur wie C D zu C P

verhält, dies doch kein Criterium der Größe des Gewinnes an Geſchwindigkeit abgiebt. Man kann in der That auch eben ſo gut ſagen, daß C D die Erſparniß an Reibung vorſtelle; in welchem Lichte dies auch betrachtet werden mag, ſo iſt ſo viel gewiß, daß es den ganzen Abhang entlang eine conſtante und gleiche Kraft vorſtellt. Die Räume über die der Wagen in Folge dieſer Kraft den Abhang hinab durchläuft, ſind jedoch in gleichen Zeiträumen nicht gleich, ſondern ſie verhalten ſich, wegen der vermehrten Geſchwindigkeit, wie die Quadraten der Zeiten.

Setzen wir z. B. A V betrage 10 Yards, oder 30 Fuß, der Wagen brauche eine Secunde, um V zu erreichen, und derſelbe Raum würde auf der horizontalen Bahn von dem Wagen bei dem Maximum der Geſchwindigkeit eben derſelben Zeit durchlaufen, ſo wird der Wagen auf letzterer Bahn in 3 Minuten 30 Yards zurücklegen, während er die Linie A B hinab 90 Yards in 3 Minuten durchlaufen wird, denn $3 + 3 + 10 = 90$. Und dieſe Geſchwindigkeit wird, obſchon ſie auf der aufſteigenden Bahn retradirt, wenn ſie durch eine Kraft unterſtützt wird, die der, auf der horizontalen Bahn angewendeten gleich iſt, doch ſo unterhalten werden, daß der Wagen in weit kürzerer Zeit in einer gegebenen Entfernung anlangt, als er dieſe Entfernung auf der horizontalen Bahn, mit einer Durchſchnittslaſt beladen, zu erreichen im Stande geweſen wäre.

Geſetzt z. B., die horizontale Linie E A ſey 175, der Abhang A B 90, und die aufſteigende Fläche wieder 90, die ganze wellenförmige Bahn alſo 180 Yards lang; geſetzt ferner die angewendete Triebkraft ſey hinreichend, um auf beiden Bahnen die Reibung und den Widerſtand der Atmoſphäre zu überwinden, und um den Wagen auf der Bahn E A mit einem Maximum der Geſchwindigkeit von 10 Yards in der Secunde zu bewegen, ſo iſt offenbar, daß der Wagen $17^1/_2$ Secunde gebrauchen wird, um von A bis E zu gelangen, denn $\frac{175}{10} = 17^1/_2$. Wendet man eben

dieſelbe Kraft auf den Wagen an, der die wellenförmige Bahn A B E zu durchlaufen hat, und nimmt man 10 Yards als den Raum an, den der Wagen in der erſten Secunde auf dem Abhange A B durchläuft, ſo iſt offenbar, daß er in 3 Secunden bei B anlangen, oder mit andern Worten, die durch A B bezeichneten 90 Yards zurückgelegt haben wird, indem den Geſetzen des Falles gemäß, 3 + 3 + 10 = 90 iſt. Dies nun zugegeben und angenommen, die auf dem aufſteigenden Theile der Wellen-Linie angewendete Kraft, ſey eben hinreichend, um die Reibung und den Widerſtand der Atmoſphäre zu überwinden, ſo wird der Wagen natürlich, wie dies durch die Pendelbewegung erwieſen iſt. Die aufſteigende Fläche B E genau in derſelben Zeit zurücklegen, die er brauchte, um von A nach B zu gelangen. Wird daher eine gegebene Kraft angewendet, die nicht nur die Reibung und den Widerſtand der Atmoſphäre zu überwinden vermag, ſondern die auch eine Laſt mit einer Geſchwindigkeit von 10 Yards in der erſten Secunde zu treiben im Stande iſt, ſo wird, wenn dieſe Kraft fortwährend gleichmäßig unterhalten wird, die 180 Yards lange wellenförmige Bahn A B E in weniger, denn 6 Secunden durchlaufen werden. Wird hingegen auf der horizontalen Bahn eine Kraft angewendet, die die Reibung und den Widerſtand der Luft zu überwinden, und außerdem eine Laſt mit einem Maximum von der Geſchwindigkeit von 10 Minuten in der erſten Secunde fortzuſchaffen vermag, ſo wird der Wagen zum Zurücklegen dieſer horizontalen Bahn E A von 175 Yards Länge nicht weniger als $17\frac{1}{2}$ Secunde brauchen. Wenn man daher das Maximum der Geſchwindigkeit kennt, mit welcher ein Körper auf einer horizontalen Bahn und auf dem abſteigenden Theile einer gegebenen Krümme hinab in der erſten Secunde getrieben werden kann, und wenn die Kraft in beiden Fällen zur Ueberwältigung des Widerſtandes hinreicht, ſo läßt ſich die Zeit, innerhalb welcher jede der beiden Entfernungen durchlaufen werden wird, leicht beſtimmen, wobei der Un-

Digitized by Google

terſchied zum Vortheile der Wellenlinie im Vergleiche mit der Länge der horizontalen Linie ausfallen wird.

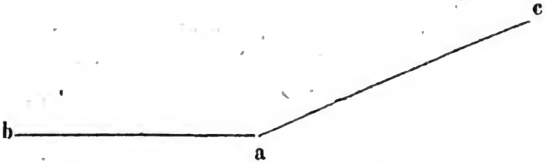
Man darf jedoch bei dieſen Betrachtungen nicht vergeſſen, daß auf einer wellenförmigen Bahn eine weit größere Laſt fortgeſchafft werden kann, als auf einer horizontalen. Die zu überwindende Achſen = und rollende Reibung iſt auf erſterer nothwendig geringer, als auf letzterer, und der Stützpunkt, welcher auf dem abſteigenden Theile jeder Wellen-Linie der effectiven Dampfkraft dargeboten wird, iſt ein ſehr wichtiger und vortheilhafter Umſtand. Man wird ſehen, daß bei dieſer Auseinanderſetzung die Geſchwindigkeit eines durch eine Krümme laufenden Körpers nach den Geſetzen berechnet iſt, nach welchen das Herabgleiten derſelben auf einer regelmäßig geneigten Fläche geſchehen muß; es wird ſich mithin nothwendig einiger Unterſchied ergeben, der jedoch keineswegs ſo weſentlich ſeyn kann, als daß derſelbe hier näher beſchrieben werden müßte. — So weit Herr Badnall ſelbſt.

Der Regierungs = und Baurath Herr Umpfenbach in Düſſeldorf bemerkt in den Verhandlungen des Berliner Gewerbvereins 1834 4te Lieferung S. 200 ꝛc. ꝛc., über die wellenförmigen Eiſenbahnen Folgendes:

Ein Wagenzug, welcher auf einer horizontalen Eiſenbahn durch einen Dampfwagen fortgezogen wird, hat bei dem erſten Anfahren eine ſehr geringe Geſchwindigkeit, die ſich aber ſchnell vermehrt und nach kurzer Zeit ihr Maximum erreicht. Dieſes Maximum der Geſchwindigkeit hängt von der Bauart und dem Zuſtande der Bahn, der Reibung der Achſen und Felgen der Räder, dem Widerſtand der Luft und der Maſſe und Spannung der Dämpfe des Dampfwagens ab, und der Wagenzug wird ſich mit dieſer Geſchwindigkeit ſo lange gleichförmig fortbewegen, als dieſe Umſtände dieſelben bleiben und die Bahn horizontal iſt; ſie beträgt bekanntlich zwiſchen 12 — 38 engl. ($3^2/_3$ bis $9^1/_2$ preuß.) Meilen in der Stunde.

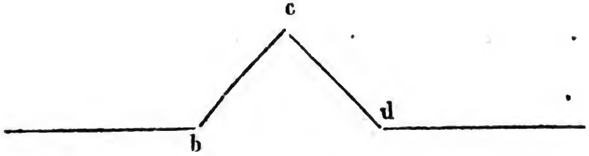
Digitized by Google

Dieſe, von der horizontalen Lage der Bahn abhängige, gleichförmige oder Beharrungsgeſchwindigkeit, hatte man hieher als die den größten Nutzeffect hervorbringende angeſehen, und deßwegen namentlich bei Bahnen, auf welchen die Wagen mit großer Geſchwindigkeit bewegt werden ſollten, ſehr beträchtliche Koſten auf die Bereitung möglichſt langer, entweder ganz horizontaler oder gleichmäßig, aber möglichſt ſchwach, geneigter Bahnſtrecken verwendet. Neuerlich iſt aber von Herrn Richard Badnall behauptet worden, daß an Kraft gewonnen würde, wenn man die Bahnen wellenförmig anlegte. Er glaubt dieſes dargethan zu haben, wenn er durch Verſuche beweist, daß ein, von einem Dampfwagen



gezogener Wagenzug, der von a abgehend auf der horinzontalen Bahn a b den Punkt b mit der Beharrungsgeſchwindigkeit erreicht, dann auf der geneigten Ebene b c aufwärts ſo weit fährt, bis die Geſchwindigkeit in dem Punkte c = o wird; demnächſt wird der Wagenzug gewendet, und die geneigte Ebene abwärts vom Dampfwagen gezogen, der Punkt b mit einer größern Geſchwindigkeit erreicht, als die Beharrungsgeſchwindigkeit, mit welcher er vom Punkt b urſprünglich aufwärts gefahren wurde. Daß dieſes wirklich ſtatt finde, hat Herr Badnall allerdings durch mehrere Verſuche, die im Mechaniks-Magazine bekannt gemacht und aus dieſem in Dinglers polytech. Journal (2tem Dezember-Heft 1833 Seite 403 ꝛc. ꝛc., Januar-Heft 1834 Seite 151 ꝛc. ꝛc.) zur Sprache gebracht ſind, nachgewieſen, von welchen ich der Kürze wegen nur den erſten anführen werde.

Der Dampfwagen Liver, mit einem Zug von 3 Wagen, zuſammen $72\frac{1}{2}$ Tonnen ſchwer, wurde auf einer beinahe horizontalen Strecke der Liverpool-Mancheſter Bahn bei der geneigten Ebene zu Sutton in Bewegung geſetzt, und erreichte den Fuß dieſer Ebene nach einer $\frac{3}{4}$ Meilen langen Fahrt mit einer Geſchwindigkeit von 12,60 engl. Meilen in der Stunde; er fuhr die geneigte Ebene 278 Yards weit, in 90 Secunden aufwärts, wo die Geſchwindigkeit = O wurde. Umgedreht durchlief der Zug die nämliche Länge von 278 Yards in 50 Secunden, und kam mit einer Geſchwindigkeit von 22,70 Meilen an. Wenden wir dieſes Ergebniß auf eine wellenförmige Bahn an, ſo würde der Wagenzug mit den erwähnten Geſchwindigkeiten die Linie b c



in 90 Secunden aufwärts und die Linie c d in 50 Secunden abwärts durchlaufen haben.

Die Behauptung des Vortheils der Wellen-Linien der Bahn, widerſpricht ſo ſehr allen mechaniſchen Grundſätzen, daß die Richtigkeit ſehr bezweifelt werden mußte, und dies ſcheint der Grund zu ſeyn, warum der Antrag, dieſes Syſtem auf der London-Birmingham-Bahn auszuführen, abgelehnt worden iſt, auch hat Herr Umpfenbach in ſeiner Theorie des Neubaues, der Herſtellung und Unterhaltung der Kunſtſtraßen (Berlin 1830 Seite 283,) für den Fall, daß Räderfuhrwerk durch feſtſtehende Maſchinen bewegt wird, nachgewieſen, daß der Kraftaufwand derſelbe bleibt, wenn das Fuhrwerk die gerade Linie zwiſchen zwei Punkten, oder eine beliebige, beide Punkte verbindende und in der, durch dieſe geführten verticalen Eben liegende, Linie durchläuft, alſo

Digitized by Google

im günſtigſten Fall kein Vortheil bei der Wahl anderer Gefälle für die Bahnlinie, als das der geraden Linie herauskommt. Viel nachtheiliger ſtellt ſich aber noch die Sache, wenn die Wagen nicht durch feſtſtehende, ſondern durch Locomotivmaſchinen bewegt werden, weil bei dem Aufwärtsfahren, wenn die Geſchwindigkeit nach und nach abnimmt, und der Dampfwagen die Laſt allein fortſchaffen muß, die Räder des Dampfwagens auf den Schienen ſtark gleiten, wodurch die Geſchwindigkeit noch mehr vermindert und dem Effect weſentlich geſchadet wird. Daß das Gleiten der Räder aber nicht etwa nur bei ſtarken Steigungen vorkommt, beweiſen Woods Verſuche, bei denen, wie auch von Oeynhauſen und v. Dechen „Ueber Schienenwege in England,“ Seite 227 angeführt haben, die Räder eines Dampfwagens, welcher 29 leere Wagen auf einer nur um $^1/_{324}$ geneigte Ebene hinaufzog, bisweilen gleiteten. Dieſe Betrachtung allein dürfte ſchon hinreichen, um darzuthun, daß bei der Wellenform nichts gewonnen werden kann; da man aber auch ſchon in Deutſchland von ihrer Anwendung geſprochen hat, ohne die Richtigkeit der Behauptung des Herrn Badnall weiter zu erörtern, ſo hält es Herr Umpfenbach für nützlich, es auch aus den Verſuchen ſelbſt darzuthun.

Herr Badnall zieht aus mehreren ſeiner Verſuche (S. 105 des erwähnten Heftes des polytech. Journals) das Reſultat: daß der Wagenzug nicht nur den Gipfel einer Höhe, die jener, über die er herabrollte, gleich iſt, erreicht, ſondern auf dem höſten Punkt noch mit einer Geſchwindigkeit von mehr als 10 Meilen in der Stunde fortgelaufen ſeyn würde. Dies wäre allerdings ſehr auffallend, wenn der Wagenzug, vermöge ſeiner Schwerkraft allein dieſe letztere Geſchwindigkeit erreichen könnte. Allein abgeſehen davon, daß hier nicht die Verſuche, wie ſie wirklich ſtattgefunden, betrachtet werden, nämlich das Fahren des Wagenzugs über einen Rücken, ſondern daß das Ergebniß willkührlich auf das Fahren durch eine Mulde übertragen wird, überſieht Herr Badnall, daß dieſe Geſchwindigkeit nur durch die Wirkung der Dampf-

maſchine hervorgebracht wird, und daß auf der horizontalen Linie die Geſchwindigkeit nach einem durchlaufenen Raum von 2 + 278 = 556 Yards wohl nahe an 13 Meilen, und nicht blos etwas über 10 Meilen, wie er für die Mulde rechnet, betragen würde, wonach ſich alſo ein Minus von mehr als zwei Meilen Geſchwindigkeit herausſtellte. Betrachten wir außerdem noch den erſten oben erwähnten Verſuch mit dem Dampfwagen Liver, ſo ergiebt ſich die Zeit zum Durchlaufen der ſchiefen Ebene auf- und abwärts auf 556 Yards zu 90 + 50 = 140 Secunden, während bei der Bewegung auf der horizontalen Ebene dieſelbe Länge mit der Beharrungsgeſchwindigkeit von 12,60 Meilen (zu 1760 Yards) in der Stunde in $\frac{556 + 3600}{12{,}6 + 1760}$ = 90,2 Secunden, alſo in weniger als $^2/_3$ der Zeit durchlaufen worden wäre. Allerdings wäre der Wagenzug auf der horizontalen Ebne mit 22,70, im zweiten Fall aber nur mit 12,60 Meilen Geſchwindigkeit angekommen, die größer aber wäre wohl durch beträchtlichen Widerſtand der Luft bei der größern Geſchwindigkeit nach einer geringen durchlaufenen Länge auf die Beharrungsgeſchwindigkeit zurückgebracht worden.

Wenn nun auch hiernach gewiß kein Vortheil für die Zugkraft von wellenförmigen Eiſenbahnen zu erwarten iſt, ſo ſind doch jedenfalls ihre durch das Gleiten der Räder des Dampfwagens veranlaßten Nachtheile, wenn die Wellen ein nur ſchwaches Gefälle von $^1/_{200}$ bis $^1/_{150}$ haben, ſo gering, daß ſie überall, wo das Terrain geſtattet, zur Erſparung der Koſten der erſten Anlagen angewendet werden können. So wird es nicht nöthig ſeyn, bei Ueberſchreitung einer weiten Thalebne die Hochufer mit einem hohen horizontalen Damm zu verbinden, ſondern man wird die Bahnlinien von jeder Seite nach der Mitte der Ebne hin, ſchwach ſenken können. Daſſelbe gilt für flache Terrainrücken, welche nicht horizontal durchzuſtechen ſind, ſondern mit einem ſchwachen Steigen und Fallen überſchritten werden können.

Nehmen wir als Beiſpiel eine 300 Ruthen breite Thal-

ebene, welche mit einem 20 Fuß hohen Damm horizontal durchſchnitten wäre. Bei 16′ Kronbreite und $1\frac{1}{2}$ füſſiger Doſſirung enthielt dieſer 23,000 Schl. Rth. Erhält der Damm dagegen zur Mitte ein Gefälle von $\frac{1}{200}$ oder zuſammen von $\frac{150}{200}{}^{0} = 9'$, ſo wird in der Mitte nur $20' - 9' = 11'$ hoch, und es fallen von dem horizontalen Damm die 4 dreieckigen Pyramiden an den Doſſirungen und zwei Prismen unter der Dammkrone weg, mit dem Cubicinhalt von

$$(2 + \tfrac{1}{3} + 150^{0} + \frac{11' + 16\frac{1}{2}'}{2} + \tfrac{1}{2} + 150^{0} + 43' + 11') + 2 = 7325$$

Schl. Rth.; alſo beinahe $\frac{1}{3}$ der ganzen Erdarbeiten.

Es dürfte durch dieſe Auseinanderſetzung dargethan ſeyn, daß erſtens durch Anwendung der wellenförmigen Eiſenbahnen für den Nutzeffect des Betriebs durch Dampfwagen zwar nichts gewonnen wird, aber zweitens durch eine umſichtige Wahl ſchwacher Gefälle an den Koſten der erſten Anlage, ohne dem Nutzeffect weſentlich zu ſchaden, beträchtliche Erſparungen gemacht werden können.

Zehntes Kapitel.

Von den ſchwebenden Eiſenbahnen.[1])

Als die Eiſenbahnen vor vielen Jahren ſowohl in England als in Amerika die allgemeine Aufmerkſamkeit auf ſich zu ziehen begannen, erfand Herr Sargent zu Boſton in Maſſachuſelets, wie das American Railroad-

---

[1]) Nach Biots Werk über Eiſenbahnen überſ. von Schmidt Seite 42 ꝛc. ꝛc.

Digitized by Google

Juornal berichtet, die ſogenannte ſchwebende oder eingeleiſige Eiſenbahn (Suspension or single railway). Dieſe Erfindung erhielt lange Zeit hindurch nicht jene Berückſichtigung, die ſie zu verdienen ſchien, ſondern blieb eine lange Zeit unbeachtet und unbenutzt.

Unter den Eiſenbahnen, welche nach Herrn Sargents Erfindung in den vereinigten Staaten erbaut wurden, befinden ſich gegenwärtig in der Grafſchaft Suffolk in Maſſahuſets zwei. Die eine derſelben zu Chelſea iſt kreisrund und nur einige hundert Fuß lang; ſie iſt nur ein etwas großes Modell, an welchem einige Verbeſſerungen oder Modifikationen der urſprünglichen Eiſenbahnen angebracht ſind. Die zweite hingegen, die eine ſchwebende Eiſenbahn nach neueſter Art iſt, wurde unlängſt in East Boston begonnen, und iſt noch nicht ganz vollendet. Sie läuft über ein ſumpfiges, überall von Dämmen durchſchnittenes und mit Teichen überfülltes Stück Land, welches für jede Eiſenbahn ſehr ungünſtig gelegen iſt.

Aus Fig. 167, die mit Ausnahme der Reibungsſchiene a a eine Eiſenbahn und einen für dieſelbe beſtimmten Karren nach der urſprünglichen Erfindung Sargents darſtellt, kann man ſich eine Idee von dem Prinzipe machen, nach welchem die ſchwebende Eiſenbahn gebaut wird. Herr Sargent hat ſpäter auch noch Verbeſſerungen angebracht.

A A ſind die hölzernen, in die Erde eingetriebenen, oder auf andere Weiſe in die Erde befeſtigſten Pfoſten, von denen die Eiſenbahn getragen wird. Der Boden ſtellt hier eine ebene Fläche vor, und daher brauchen die Pfoſten nicht von verſchiedener Höhe zu ſeyn; iſt der Boden uneben, ſo müſſen die Pfoſten von ungleicher Länge ſeyn, jedoch ſo, daß die Scheitel der Träger ſämmtlich in einer und derſelben Fläche liegen. Es wurden verſchiedene Mittel vorgeſchlagen, um die Pfoſten ſo in den Boden zu befeſtigen, daß ſie keine Neigung haben, durch das Gewicht und die Bewegung der Laſt, die ſie zu tragen haben, aus ihrer ſenkrechten Richtung zu kommen. Die untern Enden dieſer Pfoſten müſſen 4 bis 5

Digitized by Google

Fuß tief in Quergraben eingeſenkt, und auf eine Grundlage aus feſter Erde oder Geſtein, geſtellt werden. Die Seiten der Gruben ſind mit Geröll auszuſtampfen, und in ſumpfigem Boden müſſen die Pfoſten wenigſtens von einem ſtarken Balken, welcher ſchräg in den Boden eingeſenkt iſt, geſtützt werden, ſo daß ſie auf dieſe Weiſe gehindert ſind, ſich auf die entgegengeſetzte Weiſe zu neigen.

B B iſt der Tragriegel, oder ein ſtarker Balken, deſſen Dimenſionen der Laſt, die die Bahn zu tragen hat, angemeſſen ſeyn müſſen. Dieſer Balken wird auf die Tragbalken gezapft. Wenn die Räder C C durch die vorſpringenden Randſtücke geleitet werden ſollen, ſo müſſen die Balken, oder Riegel, mit Eiſen beſchlagen werden, damit deren Kanten und Seiten nicht von den Rädern abgerieben und abgeſchiefert werden, wodurch ſie nicht nur abgenutzt, ſondern auch uneben und untauglich werden würden.

C C ſind die Räder, von denen das eine vor den andern, in einer geraden Linie auf dem Tragbalken aufruht, und welche an beiden Seiten mit hervorragenden Rändern verſehen ſind, damit ſie in ihrer Stellung erhalten werden. An den Achſen dieſer Räder ſind die horizontalen Stangen oder das Geſtell k k aufgehangen, womit durch die Querbalken D D zum Transporte der Reiſenden und Waaren dienenden Karren und ein ſtarkes, keine Biegung zulaſſendes Geſtell f f in Verbindung ſtehen, ſo daß die Karren an jeder Seite der Bahn, wie die Säckel eines Packſattels balancirt werden. F ſtellt die auf den Wagen geladene und zu verfahrende Laſt vor.

Leute, die mit der Mechanik nicht vertraut ſind, möchten vielleicht einwenden, daß dieſe Transportmethode keine Sicherheit gewähre, indem die Wagen, da ſie nur eine einzige Räderlinie haben, umſchlagen müſſen, ausgenommen, die Laſt iſt auf beiden Seiten der Bahn vollkommen gleichmäßig vertheilt. Es iſt nun zwar allerdings beſſer, wenn ſie gleichmäßig vertheilt iſt; allein es läßt ſich doch auch praktiſch ſehr leicht zeigen, daß ein Umſchlagen der Wagen ganz

Digitized by Google

unmöglich iſt, wenn die Materialien feſt aneinander halten. Iſt die eine Seite ſchwerer, als die andere, ſo wird wohl eine ſchwache Neigung gegen die ſchwerere Seite ſtattfinden; dies iſt aber auch Alles, denn ſo wie ſich die ſchwerere Seite zu neigen beginnt, ſo nähert ſie ſich dem Schwerpuncte und verliert folglich immer mehr die Neigung, noch weiter zu ſinken, dagegen entfernt ſich die leichtere Seite von dem Schwerpuncte und gewinnt folglich an Kraft, ſo daß ſie auch die andere durch die Hebelkraft, welche entſteht, aufwiegt. Nach demſelben Prinzipe ſieht man gewöhnlich, daß, wenn eine Perſon nur mit dem einen Arme einen Waſſerkübel, oder ſonſt ein Gewicht trägt, ſie den andern Arm beinahe unter einem rechten Winkel vom Körper entfernt, durch dieſe inſtinctmäßige Bewegung iſt nämlich der eine Arm im Stande, den andern, ſammt dem, an deſſen Ende angehängten Gewichte von 20 Pfunden und darüber zu balanciren. Die Sicherheit wird dadurch, daß der Schwerpunct ſo tief zu ſtehen kommt, indem die Laſt nicht in gleicher Höhe oder weit über den Rädern, ſondern unter denſelben angebracht wird, noch bedeutend vergrößert. Selbſt wenn die Achſen brächen, könnte der Wagen nicht umſchlagen, denn der Körper des Wagens würde, indem ſie ſich deſſen Ladung an beiden Seiten der Bahn und unter dem Schwerpuncte befindet, nur um einen Viertelzoll fallen, und wenn er in Bewegung iſt, auf derſelben fortgleiten.

Herr Sargent brachte in der Folge mehrere Verbeſſerungen an ſeiner urſprünglichen Erfindung an, von denen einige bei der Eiſenbahn, die er zu Eaſt Boston erbaute, in Anwendung kamen. Die weſentlichſte dieſer Verbeſſerungen liegt in dem ſogenannten Reibungsriegel den man in der Zeichnung bei a a angebracht ſieht. Obſchon nämlich das Umſchlagen unmöglich iſt, ſo dürfte derſelbe doch, da er blos auf einer Breite des Rades ruht, wenn die Ladung nicht aus unbeweglichen Maſſen beſteht und nicht vollkommen gleichmäßig balancirt iſt, eine ſchwingende Bewegung auf der Eiſenbahn bekommen. Um dieſe zu verhindern iſt an

jeder Seite der Tragpfoſten A A, ein kleiner hölzerner Balken a a befeſtigt; und um die Reibung gegen die Seiten des Wagens zu verhindern, iſt unter dem Boden des Wagens ein Rad b angebracht, welches horizontal auf dem Riegel, oder Balken, läuft. Der Druck auf dieſem Riegel oder Balken, iſt ſehr unbedeutend, denn er iſt weit geringer, als der Unterſchied zwiſchen der Schwere der Ladung auf beiden Seiten des Karrens, weil, indem die überladene Seite eine Neigung hat, in ſenkrechter Richtung herabzuſinken, der ſchiefe Druck auf den Reibungsbalken geringer iſt, als die ganze Neigung, welche die belaſtete Seite zum Herabſinken hat. Dieſer Balken braucht daher nur klein zu ſeyn, und kommt folglich nicht hoch zu ſtehen: mit ſeiner Hilfe kann der Karren, ſelbſt wenn die Ladung beweglich und wandelbar iſt, ſo ſtätig, als auf irgend einer doppelt geleiſigen Bahn erhalten werden.

Eine weitere und weſentliche Verbeſſerung hat der Erfinder an den Rädern angebracht. Wenn die Räder durch hervorſtehende Randſtücke auf dem Hauptbalken erhalten werden, ſo muß dieſer wegen der ſonſtigen ſchnellen Abnutzung nothwendig mit Eiſen beſchlagen werden, was die Koſten bedeutend vermehrt. Um dieſem Uebelſtande abzuhelfen, kann man die Räder des Karrens breiter machen, als den Tragbalken oder die Bahn; es ſind dann keine Randſtücke nöthig, ſondern die Räder drehen ſich frei auf der glatten Oberfläche des Balkens. Um ſie hierbei in gehöriger Richtung zu erhalten, müßten ſie durch Rollen geführt werden, welche horizontal geſtellt wären, und an der Seite des Tragbalkens liefen. Dieſe Rollen würden die Stelle der ſonſt gebräuchlichen Randſtücke vertreten; ſie würden aber weit weniger Reibung verurſachen, und über dies würden die Koſten des eiſernen Beſchlags wegfallen. Die Karren können übrigens, wenn man nur die angegebenen Prinzipien dabei nicht aus den Augen läßt, nach der Natur der zu transportirenden Waaren, und nach dem Geſchmacke der Eigenthümer verſchieden abgeändert werden. Die ſchwebende Bahn zu Eaſt Boſton iſt, wie ſchon oben geſagt worden, auf einem ſehr

Digitized by Google

ſumpfigen und ſehr ungünſtig gelegenen Stück Landes gebauet. Die Tragpfoſten oder Pfähle, ſind durch den Moraſt in eine Schicht blauen Tones getrieben und durch ſchiefe Klammern (Strebepfeiler) geſtützt. Die Wagen ſind blos zum Transporte von Menſchen beſtimmt, indem die Bahn nur bis zu einem häufig beſuchten Beluſtigungsorte läuft.

Der einzige Einwurf von Wichtigkeit der ſich gegen die ſchwebende Bahn machen läßt, iſt der, daß man ihr, bei einer größern Erhöhung über den Boden nicht hinreichende Feſtigkeit geben kann, ſo daß ſie vielleicht bei einer ſehr großen Geſchwindigkeit und großen Belaſtung der Wagen nicht dieſelbe Feſtigkeit gewähren dürfte, wie die eiſernen, nur wenig über die Erde erhabenen Schienen.

Einige Jahre ſpäter trat Herr R. Palmer in England mit einer ſchwebenden Eiſenbahn auf, die vollkommen nach demſelben Prinzipe gebauet war. Zweckmäßiger als dieſe Conſtruktion ſcheint die vom Ritter v. Baader angegebene Einrichtung zu ſeyn, nach welcher die zuſammengehörigen, zwei paralellen Bahnſchienen, in der Länge von 3 Fuß und in der Geleiſenweite von 18 Zoll aus einem Stücke gegoſſen werden. Damit auf dieſer ſchmalen Bahn das Umwerfen des gleichfalls in der Belaſtung equilibrirten Wagens nicht ſtattfinden könne, ſind an jeder Achſe horizontale Rollen befeſtigt, welche auf der Seite der Bahnſchienen laufen.

Wir wollen nur einige ſogenannte Palmer'ſche Schienenwege in England und auf dem Feſtlande beſchreiben, wobei wir noch bemerken, daß ſie nur für temporären Gebrauch, z. B. bei der Ausführung von Bauten, für die Zufuhr von Materialien und für Fortſchaffung der Laſten auf kurze Strecken von Nutzen ſind.

Palmer'ſcher Schienenweg in dem Proviantamte (Victualling office) zu Deptford bei London.

Dieſer Schienenweg führt von der Themſe über den Hof des Proviantamtes hinweg, bis zu den Waarenhäuſern, und

dient zum Transport der Vorräthe aus denſelben nach den Schiffen, oder umgekehrt. Derſelbe beſteht aus gußeiſernen Säulen, welche 3 bis 5 Fuß hoch aus dem Boden hervorragen, mit gabelförmigen Anſätzen am obern Ende verſehen ſind, und in 10 Fuß Entfernung von einander ſtehen. In dieſen Gabeln ruhen 9 Zoll hohe und 3 Zoll ſtarke Bohlen, auf doppelten hölzernen Keilen, ſo daß ſie ſich mit Leichtigkeit ſehr genau in das richtige Niveau einſtellen laſſen. Auf dieſen Bohlen ſind auf der obern Kante gewalzte eiſerne Schienen von 3½ Zoll Breite, etwas convexer Geſtalt, in der Mitte ½ Zoll ſtark genagelt. Die Enden dieſer Schienen ſind nicht gerade, ſondern in einer gebrochenen Linie abgeſchnitten und nicht unmittelbar auf den Bohlen, ſondern auf einer kleinen eingelaſſenen Eiſenplatte ruhend.

Der Weg liegt beinahe ganz horizontal und hat nur nach dem Fluße ein Fallen von etwa 20 Minuten.

Die Wagen, welche auf dieſem Wege laufen, haben 3 hintereinander liegende Räder von 18 Zoll Durchmeſſer, welche zwei Spurkränze und eine nach dem Querſchnitt der Schienen geformte Rinne haben. Dieſe Räder ſind in einem Gerüſte von Schmiedeeiſen feſt, welches aus 3 über die Räder weg gehende unter einander verbundene Bügel beſteht, an denen die Radachſen befeſtigt ſind. Dieſe Bügel reichen 2 bis 3 Fuß tief unter den Schienenweg, und ſind auf beiden Seiten mit einer geneigten Bühne verſehen, worauf die zu transportirenden Tonnen gelegt werden können. Zum Aufladen auf die Wagen dienen zwei ſchräge Gerüſte, zwiſchen denen der Wagen gerade Raum hat, und die von derſelben Höhe als die Bühnen des Wagens ſind. Es werden auf jeden Wagen 10 Tonnen geladen, deren Gewicht etwa 4½ Zentner, alſo zuſammen 45 Zentner beträgt. Der Wagen kann zu 5 Zentner angenommen werden, ſo daß das ganze Gewicht 50 Zentner ausmacht, welches von vier Mann mit Leichtigkeit den Weg aufwärts bewegt werden kann.

Digitized by Google

Palmer'ſcher Schienenweg von den Kalköfen und der Ziegelei bei Cheſhunt, nach dem Lee-Kanale.

Von der an einer Hauptſtraße bei Cheſhunt in Hertfordshire, etwa 20 engl. Meilen nördlich von London liegenden Kalk- und Ziegelöfen, führt ein Palmer'ſcher Schienenweg bis an den Lee-Kanal, in dem ganz flachen und ebenen Leethale. Derſelbe hat einen Fall von 5 bis 10 Minuten nach dem Kanale hin. Die Länge beträgt $^3/_4$ engl. Meilen; (580 Lachter Preuß.) er dient zum Transport des Kalkes und der Ziegel. Derſelbe ruht auf hölzernen Pfoſten, welche im Durchſchnitt $3^1/_2$ Fuß aus dem Terrain hervorragen; nach den Kalköfen hin, iſt aber die Sohle des Weges in dem Terrain eingeſchnitten, ſo daß die Pfoſten in einer Art von trocknem Graben ſtehen, deſſen Sohle 9 Fuß breit iſt. Die hölzernen Pfoſten ſtehen in 10 Fuß Entfernung von einander, ſind 4 Zoll ſtark und $7^1/_2$ Zoll breit, und oben gabelförmig 3 Zoll breit und 16 Zoll tief eingeſchnitten. In dieſer Gabel liegt zu unterſt ein 12 bis 15 Zoll langer Klotz in verſchiedener Höhe, welcher durch ein Paar eingelarvte Winkelſtücke von 14 Zoll Höhe und 2 Zoll Stärke getragen wird. Auf dieſen ruhen 2 Keile von 2 Fuß Länge, mit den ſchrägen Flächen gegen einander liegend, um der darauf liegenden Bohle immer eine horizontale Unterlage darzubieten. Die Bohlen ſind $10^1/_4$ Zoll hoch, und 3 Zoll ſtark, 30 Fuß lang und wechſeln immer in der Mitte eines Pfoſtens; durch dieſelben gehen eiſerne Bolzen mit Schrauben hindurch, um das gabelförmige Ende der Pfoſten zuſammen zu halten; in der Bohle ſind längliche Löcher, durch welche dieſe Pfoſten gehen, damit die darunter liegenden Theile wirken können, wenn es nöthig iſt. Dieſe Bohlen ſind mit gewalzten eiſernen Schienen von 4 Zoll Breite, oben convex, an den Rändern $^1/_4$ und in der Mitte $^1/_2$ Zoll ſtark, belegt. Die einzelnen Schienen ſind 20 Fuß lang, an den Enden ſchräg abgeſchnitten, und mit nicht mehr als 2 bis 3 Nägeln befeſtigt,

Digitized by Google

die $^1/_2$ Zoll ſtark und rund ſind, die Köpfe in der Schiene verſenkt. Außerdem haben die Schienen einige Reſervelöcher, welche dann gebraucht werden, wenn ein oder der andere Nagelknopf abbricht.

Einige Pfoſten ſind aus 3 Theilen zuſammengeſetzt; die Stücke ſind 6 Zoll breit; das mittlere 3 Zoll ſtark, die beiden Stücke der Seiten $2^1/_4$ Zoll ſtark und mit 3 Schraubenbolzen verbunden, die Keile liegen auf eingeſchraubten Klötzen, die oben 1 Fuß lang ſind. Obgleich die Bohlen ſehr ſtark ſind, ſo müſſen ſie ſich doch bei der großen Entfernung der Pfoſten von einander, an einigen Stellen durchgebogen haben, und ſind durch ſpäter untergeſetzte Stützen abgefangen worden.

In der Nähe des Kanals befindet ſich eine Ausweichung in dem Schienenweg. Derſelbe liegt auf eine Länge von etwa 30 Fuß doppelt, und zwiſchen den Doppelſtücken und der einfachen Bahn, iſt eine 10 Fuß breite ſtarke Thür angebracht, welche an dem einfachen Strange aufgehängt iſt und ſich an jede der beiden Bahnen befeſtigen läßt. Auf dem obern Rande dieſer Thür liegt der Schienenweg, und gerade über dem Gehänge, ein kleines drehbares Schienenſtück, um den ſtarken Winkel, den die Thür mit dem Strange macht zu brechen. Mit einer ähnlichen Thür führt dieſer Schienenweg über eine gewöhnliche Straße herüber.

Die Wagen, welche auf dieſem Wege laufen, haben nur zwei gußeiſerne, 26 Zoll hohe, mit 2 Spurkränzen verſehene Räder, welche einſchließlich der $^1/_2$ Zoll ſtarken und $1^1/_4$ Zoll hervorragenden Spurkränze, $5^1/_4$ Zoll breit ſind, 6 Speichen und eine 6 Zoll lange und 2 Zoll weite Nabe haben. Dieſe dreht ſich um eine hohle gußeiſerne, 2 Zoll ſtarke, $12^1/_2$ Zoll lange Achſe, welche an beiden Enden in runden meſſingenen Büchſen liegt; dieſe haben einen innern Durchmeſſer von $1^5/_6$ Zoll und einen äußeren von $2^1/_2$ Zoll, und ſind inwendig $3^3/_8$ Zoll lang. Dieſelben liegen in Lagern, die ſich an den ſchmiedeeiſernen Bügeln befinden, welche das Hauptgerüſte des Wagens ausmachen. Durch die hohle gußeiſerne

Achſe und die meſſingene Büchſe geht eine ſchmiedeeiſerne 26 Zoll lange, und 1 Zoll ſtarke Achſe hindurch, welche an ihren Enden mit dem Bügel verbunden iſt, und zur feſtern Verbindung des Wagengerüſtes beiträgt. Die beiden Radmittel liegen 46 Zoll auseinander. Die Plattformen, worauf die Wagenkaſten geſtellt werden, liegen 40 Zoll tief unter dem Achſenmittel und ſtehen inwendig 17 Zoll auseinander. Die Wagenkaſten, von denen einer auf jeder Seite des Wagens ſteht, enthalten 20 Cubicfuß. Ein ſolcher Kaſten wird mit etwa 20 Zentner Kalk oder Ziegel belaſtet, und alſo ein Wagen mit 40 Zentner. Ein Pferd zieht 2 ſolcher Wagen oder 80 Zentner, ausſchließlich der Kaſten oder Wagen.

An einem außer Gebrauche ſtehenden Wagen, befindet ſich eine eigene Vorrichtung zur Verminderung der Friction der Räder in den Achſen, welche aber weder der Theorie nach ſchicklich erſonnen, noch praktiſch gut ausgeführt iſt. Die meſſingene Büchſe, worin ſich die gußeiſerne Achſe dreht, iſt an ihrem oberen Theile auf $^3/_4$ Zoll Länge kreisſogmentförmig ausgeſchnitten, und in dieſem Ausſchnitt ruht ein 4 Zoll hohes eiſernes Frictionsrad, an dem die ganze Laſt des Wagens wirkt, indem die meſſingene Büchſe nicht ganz feſt im Wagengerüſte eingeſpannt iſt.

Jahresbericht über die ſchwebende Eiſenbahn bei Poſen von dem Feſtungsbau-Direktor Herrn Hauptmann von Prittwitz daſelbſt.[1])

Nachdem die ſchwebende Eiſenbahn auf der Feſtungsziegelei bei Luban, eine Meile von Poſen nunmehr ein Jahr im Gange geweſen iſt, ergiebt ſich folgendes als kurzes Reſultat ihrer Leiſtungen. Jedoch laſſen wir, mit Verwei-

---

[1]) Verhandlungen des Berliner Gewerbevereins, 1835. 5te Liefer. S. 273. ꝛc. ꝛc.

ſung auf Fig. 168, eine kurze Beſchreibung derſelben vorangehen, die aus der weiter unten angeführten Schrift des Herrn v. Prittwitz entlehnt iſt. Die Bahn beſteht aus hölzernen, 6 bis 8 Zoll ſtarken Rändern (a a), die in Entfernungen von 12 zu 12 Fuß auf $^1/_4$ bis $^1/_3$ ihrer Länge ſenkrecht in die Erde eingeſetzt ſind. Oben iſt eine zweizöllige eichene Bohle b, von 24 Fuß Länge auf die hohe Kante eingelaſſen, und auf dieſelbe eine $1^1/_2$ Zoll breite, und $^1/_4$ Zoll ſtarke Stabeiſenſchiene mit Holzſchrauben flach befeſtigt. Dieſe Schienen liegen ſo, daß ſie die Stoßfugen der eichenen Bohlen immer überdecken, und ſo ein Auseinanderweichen derſelben unmöglich machen. An beiden Seiten ſind an die Ränder auf einer gewiſſen Höhe noch Seitenbretter c, c, angenagelt, die das Schwanken der Wagen verhindern. An denſelben können Reibungsrollen d d angebracht werden, die längs dieſer Bretter hinlaufen, um die Reibung zu vermindern, und macht man dieſe Reibungsrollen von Eiſen, oder überzieht ſie damit, ſo iſt es angemeſſen, auch auf die Seitenbretter noch eine dünne eiſerne Schiene aufzunageln, längs derer dann die Frictionsrollen mit deſto geringerer Reibung laufen. — Die Wagen haben nur ein Rad e mit feſter Achſe, auf der ein viereckiger Rahmen f ruht, der das eigentliche Wagengeſtell auseinander hält, zu welchem Behuf noch außerdem zwei eiſerne Bügel g dienen. — Der Widerſtand beträgt ungefähr $^1/_{110}$ der ganzen Laſt.

Es wurden mittelſt derſelben im Ganzen bisher ans Waſſer gefördert:

1,896,500 Ziegel, im Gewicht von	189,650	Zentner
und zurück 470 Klafter Holz „ „	18,800	„
zuſammen	208,450	„

Die ganze Bahn hat bis dato, einſchließlich aller Abzweigungen, Transportmittel und Reparaturen gekoſtet 3,651 Thaler 13 Slg. 10 Pf., wovon jedoch wenigſtens 1,000 Thaler auf die Wagen kommen. Ihre Länge beträgt, ohne die Abzweigungen, 360 Ruthen, mit dieſen $401^1/_2$ Ruthen. Mithin koſtete die laufende Ruthe der eigentlichen Bahn,

einſchließlich der Koſten der Wagen, 10 Thaler, und ohne die Wagen $7^1/_3$ Thaler, und die laufende Ruthe Bahn, ohne Rückſicht auf die Abzweigungen und die Wagen etwa $6^2/_3$ Thaler. Ein Pferd zieht bergab (bei $^1/_{144}$ Gefälle) mit großer Leichtigkeit 10 Wagen, zuſammen beladen mit 1000 Ziegeln oder 100 Zentner, bergan dagegen ziehen 2 Pferde mit ganz gewöhnlicher Anſtrengung $2^1/_2$ Klaftern kiefern Klobenholz, mithin 1 Pferd bequem 50 Zentner Ladung. Das Tauſend Ziegel ans Waſſer zu fördern, einſchließlich Auf- und Abladen, koſtete früher auf gewöhnlichem Wege 25 Sgr. Jetzt koſtet das Auf- und Abladen fürs Tauſend 7 Sgr. und zwar iſt dies jedenfalls etwas höher, als früher, wo die Wagen näher an die Ziegelvorräthe heranfahren konnten. Mithin ſind die Koſten des eigentlichen Transports auf gewöhnlichem Weg anzunehmen, auf wenigſtens 18 Sgr. Jetzt wird dagegen nur bezahlt $^1/_6$ davon, oder 3 Sgr. Nun treten zwar noch hierzu die Koſten der Aufſicht, der Schmiere für die Wagen, und der Reparaturen an der Bahn und den Wagen, wofür jetzt im Ganzen dem Unternehmer $1^1/_2$ Sgr. fürs Tauſend Ziegel vergütet werden; indeſſen iſt bei dem Frachtſatz von 3 Sgr. fürs Tauſend Ziegel auf der Eiſenbahn der Gewinn für den Fuhrmann merklich größer, als früher auf gewöhnlichem Weg, und die Koſten der Aufſicht ſind in beiden Fällen wenig verſchieden, ſo daß füglich angenommen werden kann, daß die Transportkoſten durch die Eiſenbahn auf $^1/_6$ der frühern reducirt worden ſind. Nach Vorſtehendem betragen die Koſten des Transports einſchließlich Auf- und Abladen und der Nebenausgaben, fürs Tauſend $11^1/_2$ Sgr., mithin findet ein Erſparniß gegen früher von $13^1/_2$ Sgr. fürs Tauſend ſtatt. Nehmen wir dafür auch durchſchnittlich nur $12^1/_2$ Sgr. an, ſo macht dies für die bereits transportirten

1,896,500 Ziegel	790 Thaler
und für die 470 Klafter Holz fließen außerdem der Kaſſe, laut Uebereinkommen zu à 3 Sgr.	47 "
zuſammen	837 Thaler.

Im Jahre 1835 dürften noch an Ziegeln gefördert werden, 1,800,000 Stück; dieſe geben ein Erſparniß zu 12½ Sgr. von 750 Thaler. Mithin wird am Schluſſe des Jahres oder binnen 1½ Jahren nach Erbauung der Bahn, durch dieſelbe erſpart worden ſeyn, die Summe von 1587 Thaler, oder faſt die Hälfte des ganzen Anlagekapitals. Es ſind auf der Bahn jetzt fortwährend drei Wagenzüge zu 10 Wagen in Thätigkeit. Ein Wagenzug wird beladen, einer iſt unterwegs, einer wird abgeladen. Dies zeigt zugleich, wie leicht mittelſt der Abzweigungen das Ausweichen der ſich kreuzenden Wagenzüge bewirkt wird. Die bisherigen Reparaturen ſind im Ganzen nicht bedeutend geweſen, und wurden größtentheils nur in Folge gemachter Erfahrungen nothwendig, ſo daß ſie künftig bei einer zweiten Neuanlage der Art, faſt ganz vermieden werden können. Im Allgemeinen hat ſich die Bahn in jeder Hinſicht vollkommen bewährt, und die in der kleinen Schrift: „Die ſchwebende Eiſenbahn bei Poſen und Project zu einer allgemeinen Eiſenbahn durch den preußiſchen Staat,“ (Berlin 1834) aufgeſtellten Anſichten beſtätigt. Namentlich beſitzen die ſchwebenden eingeleiſigen Bahnen in der Einfachheit ihrer eigenen Bauart und ihrer Wagen, in der Leichtigkeit, mit der die letztern allen Krümmungen folgen, und in dem Umſtand, daß dieſe Bahneu im Winter nicht einſchneien, (was in nördlichen Gegenden von beſonderer Wichtigkeit iſt) verbunden mit ihrer Wohlfeilheit, Vorzüge, welche ihnen die liegenden Bahnen ſchwerlich jemals ſtreitig machen können, indem dieſe nur das voraus haben, daß auf ihnen groſze und ſchwere Ballen, Kutſchen ꝛc. transportirt werden können, was auf ſchwebenden eingeleiſigen Bahnen Schwierigkeit findet. Daß auf letztern übrigens auch Dampfwagen zur Anwendung kommen können, ſcheint keinem Zweifel unterworfen zu ſeyn, wenn auch darüber noch keine Erfahrungen vorliegen. Die ſchwebenden eingeleiſigen Bahnen ſind daher unſtreitig vorzugsweiſe geeignet, ſolchen Ländern und Gegenden die Vortheile der Eiſenbahn-Verbindungen zu verſchaffen, in denen der Verkehr noch nicht

bedeutend genug iſt, um liegende doppeltgeleiſige Bahnen gewinnreich zu machen, und wenn ſie bisher nur ſelten zur Anwendung kamen, ſo iſt der Grund gewiß nur in der ſo ſehr von dem Gewöhnlichen abweichenden Conſtruction derſelben und der darauf gebrauchten Fahrzeuge zu ſuchen. Bei Wetter an der Ruhr in Weſtphalen iſt auch eine ſchwebende Eiſenbahn im Gebrauch.

Eilftes Kapitel.

Von den Ausbeſſerungen und Einfriedigungen der Schienenwege, der Ableitung des Waſſers von denſelben und von ihrer Erhaltung.[1])

Ausbeſſerungen der Schienenwege.

Die am häufigſten nothwendigen Ausbeſſerungen der Eiſenbahnen beſtehen darin, daß die eingedrückten Setine wieder gehoben werden müſſen. Iſt ſolches bei einzelnen Steinen nothwendig, ſo kann es geſchehen, ohne die Fahrt auf der Straße zu unterbrechen. Der Stein wird von der Erde entblößt, und behutſam, vermittelſt eines dazu eingerichteten großen Hebels (Fig. 145 a) gehoben. Während ſolches geſchieht, bringt ein Arbeiter, mittelſt einer platten eckigen Schaufel, (Fig. 145 c) Erde unter den Stein und ſtampft ſie ſehr feſt. Dieſes Verfahren, auf zwei oder vier Seiten angewendet, hebt den Stein jedesmal ein wenig, ohne daß er aus der Linie kommt, in welcher er ſtehen muß.

---

[1]) Nach Minard.

Digitized by Google

Wenn mehrere Steine auf ganze Strecken der Straße, gehoben werden müſſen, weil ſie entweder in den Boden ſich eingedrückt haben, oder weil das Erdreich ſelbſt ſich geſetzt hat: ſo muß man im Voraus auf der Seite einen einſtweiligen Weg zum Dienſte während der Herſtellung der Straße einrichten.

Außer, daß die Steine in den Boden gedrückt werden, können ſie auch durch den Froſt, oder die Ausdehnung der hölzernen Pflöcke, zerſprengt werden, wenn ſie nicht feſt genug ſind. Die meiſten Träger auf der Liverpooler-Straße von rothem Sandſteine, ſind zerſprengt worden. Man hat an ihre Stelle andere, aus hartem Kalkſteine von Cumberland, ſetzen müſſen.

Die Schienen, wenn ſie aus der Linie gekommen, oder ſchadhaft, oder zerbrochen ſind, laſſen ſich leicht verbeſſern, oder erſetzen, da nur die Keile gelöſet werden dürfen.

Die Beſchädigungen der Schienenſtühle hängen von ihrer Form und der Art ihrer Keile ab. Auf der Liverpool-Straße ſind eine Menge von Schienenſtühlen zerbrochen. Ihre Wagen ſind durch das zu heftige Eintreiben der eiſernen Keile, und auch ſelbſt durch die Radränder, abgeſprengt worden. Auf der Lyoner-Straße, wo ſehr heftige Stöße ſtattfinden, werden dieſe Wirkungen zum Theil durch die hölzernen Keile gemäßigt, und man findet faſt keine Schienenſtühle zerbrochen, obgleich ſie viel ſchwächer ſind, als die Liverpooler. Man hatte anfangs ebenfalls eiſerne Keile genommen, aber man iſt davon abgegungen, weil ſchon beim Legen der Schienen viele Schienenſtühle zerbrachen. Wenn die Keile ſehr ſcharf und ſpitz ſind, ſo laſſen ſie ſich ſehr leicht eintreiben; aber ein einzelner, zu ſtarker Hammerſchlag, kann auch ſchon den Schienenſtuhl ſprengen. Die Schienenſtühle brechen auch in ihrem Boden, wenn ſie nicht voll auf den Stein aufliegen. Dieſes geſchieht häufig bei Roanne, Lyon und St. Etienne, wo die Steine ſehr harter Granit ſind, der ſehr ſchwer zu bearbeiten iſt. Bei Roanne hat man einige Schienenſtühle auf hölzerne Bohlen geſetzt.

Einfriedigungen der Eiſenbahnen.

Um die Eiſenbahnen gegen den Andrang von Menſchen zu ſchützen, auch das Vieh von denſelben abzuhalten, bringt man Einzäumungen von Holz, auch wohl von Mauerwerk, beſonders in der Nähe von Städten, an, oder man bepflanzt die äußeren Grabenränder mit lebendigen Hecken.

Da, wo Straßen und Wege die Eiſenbahnen durchſchneiden, werden zu beiden Seiten Schlagbäume angebracht, welche geſchloſſen werden, ſo wie ein Wagenzug auf der Eiſenbahn ſich naht. Man kann zum Oeffnen und Schließen dieſer Schlagbäume Eiſenbahnwärter benützen.

Die Ableitung des Waſſers aus der Bahn,

iſt zur Erhaltung einer Schienenſtraße ſehr weſentlich nothwendig. Da die Eiſenbahnen nach der Länge nur ein ſehr geringes Gefälle haben, ſo kann das Waſſer in dieſer Richtung, außer auf den mit Maſchinen beſetzten ſteilen Abhängen, nicht hinreichend abfließen, folglich muß man es um ſo mehr ſeitwärts fortſchaffen. Da nun die Schienen ein nach der ganzen Länge fortlaufendes, ununterbrochenes Hinderniß gegen den Abfluß des Waſſers bilden, welches daſſelbe in der Mitte der Straße zurückhält, ſo muß man zwiſchen den Steinen nothwendig kleine Kanäle unter den Schienen machen.

Wenn nur eine Bahn von zwei Schienenreihen vorhanden iſt, ſo macht man die Kanäle nur unter einer Schienenreihe hindurch; bei zwei Bahnen aber müſſen ſie, wegen des Zwiſchenraumes, wenigſtens unter drei Schienenreihen hindurch gehen.

Wenn der Boden das Waſſer ſehr ſtark verſchluckt, ſo ſind die Ableitungs-Kanäle entbehrlich. Dies kann man auf den Schienenſtraßen in England ſehen, da, wo dieſelben auf aufgeſchüttetem Schiefer, Schlacken, oder ſelbſt Steinkohlen liegen; oder auf dem Kiesboden zwiſchen Lyon und Givors. Wenn aber der Boden fett iſt, und das Regenwaſſer in Pfützen

Digitized by Google

ſtehen bleibt, muß der Boden, von jedem Steine an, abhängig gemacht werden, um das Waſſer zu entfernen. Wo die beiden Abhänge zuſammenſtoßen, legt man einen kleinen Kanal mit Abhang nach der Seite, ſenkrecht auf die Straße, um das Waſſer nach Außen abzuführen.

Je tiefer die Kanäle ſind, je mehr befördern ſie den Abfluß des Waſſers, je mehr aber auch ſchwächen ſie die Standfeſtigkeit der Steine, die nur von der Erde an ihren Seiten gehalten werden. Man hat dieſen Umſtand auf der Straße von Roanne, mit gutem Erfolge, dadurch abgeholfen, daß man die Kanäle mit runden Kieſeln gefüllt hat, welche die Erde feſthalten, während ſie zugleich das Waſſer leicht durchſeigern laſſen.

Erhaltung der Eiſenbahnen.

Es verhält ſich mit denſelben, wie mit der Erhaltung der gewöhnlichen Straßen. Die Fahrbarkeit läßt ſich nur dadurch erhalten, und es läßt ſich dem Fortſchreiten der Beſchädigungen nur dadurch vorbeugen, daß man die Ausbeſſerungen nie unterbricht. Dieſe Ausbeſſerungen können nur durch einzelne, zu zweien oder dreien vereinigte, auf die Straße vertheilte Arbeiter geſchehen. So iſt es bei Darlington und Liverpool. Auf der Liverpooler-Straße kommen etwa auf 320 Ruthen einfache Bahn, 2 Arbeiter, (alſo 12 bis 13 auf die Meile); außerdem ſind Arbeiter angeſtellt, um den Weg für die Radränder frei zu erhalten und die Oberfläche der Schienen zu reinigen.

Es iſt bis jetzt noch ſchwer, die Koſten der Erhaltung der Eiſenbahnen zu ſchätzen, obgleich dieſe Bahnen einander ähnlicher ſind, als gewöhnliche Straßen. Bei gleichem Verkehr ſind die Maaßen der Schienen und Steine, die Art der Befeſtigung der Schienenſtühle und der Widerſtand des Bodens verſchieden.

Folgende Ueberſicht kann zu einiger Schätzung der Koſten dienen:

Digitized by Google

Straße.	Bewegende Kraft.	Gewicht der Laſtwagen	Gewicht der Dampfwagen	Mittlerer Betrag des Verkehrs.		Mittlere Geſchwindigkeit		Erhaltungskoſten einer Bahn von 2 Schienenreihen auf die Meile. Arbeitslohn.
				Gewicht der Waaren.	Gewicht der Reiſenden	Für die Waaren in der Stunde	Für die Reiſenden in der Stunde	
		Zentner.	Zentner.	Zentner.	Zentner.	Ruthen.	Ruthen.	Thaler.
Bei Darlington der obere Theil derſelben	Pferde	80	—	200000	—	860	—	964
desgleichen der untere Theil	Dampf	80	150	900000	—	4780	6690	2170
Glasgow .	Dampf	74	100—200	1920000	120000	3537	6785	1085
Liverpool .	Dampf	100	160—240	4400000	640000	5160	6690 - 9557	3977
Lyon	Perde u. Dampf	80	130	4000000	320000	3728	3825 - 7650	1085
								Arbeit u. Material
Liverpool	Dampf	100	160—240	4400000	640000	5160	6690 - 9557	6588
Swannington	Dampf	—	150	1400000	140000	6310	6310	2350
Warrington	Dampf	80	150	1400000	—	4780	4780	2350
Lyon	Pferde u. Dampf	80	130	4000000	320000	3728	3825 - 7650	1687

Zwölftes Kapitel.

Von der Anordnung der Schienenſtraßen im Allgemeinen, von den Schienenſtraßen für große Geſchwindigkeiten und von ihren Krümmungen.[1])

Es iſt nun noch zuvörderſt nöthig, von der Linie und den Abhängen einer Schienenſtraße zu reden.

Ueber einſtweilige Dienſtwege läßt ſich nichts Allgemeines ſagen. Dieſe Straßen, von kurzer Dauer, hängen ſo ſehr von der Art der Laſten ab, die darauf transportirt werden ſollen, und von der Art des Werks, für welches ſie beſtimmt ſind, daß die Oertlichkeit allein darüber entſcheiden kann.

Für bleibende Straßen, von mehreren Meilen Länge, zum Transport von Waaren und Reiſenden beſtimmt, laſſen ſich einige allgemeine Regeln geben. Aber ſie ſind noch ſchwankend, weil die Praxis bei dieſen Bauwerken noch zu neu iſt.

Man könnte den Entwurf einer Eiſenbahn für eine Aufgabe der Mechanik erklären. Zum Entwurf einer Straße iſt die Kenntniß der bewegenden Kraft und der Fuhrwerke nöthig, welche die Straße paſſiren ſollen. Breite, Abhang und Krümmung der Straße haben ſich mit der Zeit geändert, je nachdem ſie für Saumthiere, Karren und Kutſchen beſtimmt waren; noch jetzt ändern ſie ſich öfters nach dem Bedürfniſſe der Fuhrwerke, die ſich mit großer Geſchwindigkeit bewegen. So viel ſich bis jetzt bei Eiſenbahnen ergeben hat, iſt die Geſchwindigkeit der Fuhrwerke noch nicht bis zu ihrem äußerſten Maaße gelangt. Auch läßt ſich noch nicht mit Be-

---

[1]) Nach Minard.

ſtimmtheit ſagen, welche Geſchwindigkeit die vortheilhafteſte ſey; denn die Koſtbarkeit der Erhaltung der Maſchinen und Schienenſtraßen für ſehr große Geſchwindigkeiten können, wie wir ſchon im zweiten Kapitel bemerkten, die Koſten des Transports ſo ſehr erhöhen, daß gegen die gewöhnliche Geſchwindigkeit der Pferde kein Vortheil für die Reiſenden mehr bleibt.

Mehrere engliſche Ingenieurs nehmen an, daß, wenn die Geſchwindigkeit nicht über 4300 Ruthen in der Stunde beträgt, Pferdekraſt wohlfeiler ſey, als Dampfkraft. Ueber größere Geſchwindigkeiten ſind die Meinungen getheilt, und die Entſcheidung wird zweifelhaft bleiben, bis man längere Erfahrungen über die Koſten der mit ſehr großer Geſchwindigkeit fahrenden Dampfwagen geſammelt haben wird.

Um die Erhaltungskoſten der Dampfwagen zu beurtheilen, müßte ihre Conſtruction erſt feſter ſtehen; aber noch immer fort verändert ſich dieſelbe. Es giebt noch keine feſten Regeln über die Anordnung ihrer Räder; die Art, ſie in Begung zu ſetzen; über ihren Durchmeſſer und ihre Zahl. Die Kraft der Maſchinen, die früher die von 8 bis 10 Pferden war, iſt allmählig bis zur Kraft von 50 Pferden geſtiegen. Das Gewicht der Dampfwagen, welches urſprünglich, für vierrädrige Wagen, auf 90 Zentner begrenzt wurde, iſt ſeitdem faſt auf das Dreiſache geſtiegen. Dann iſt man wieder zu einem mäßigern Gewichte zurückgekehrt; ſpäter aber hat man wieder ſchwerere Dampfwagen gemacht. Die Eſſe und die Verdampfung ſind nicht wenigern Veränderungen unterworfen geweſen.

Ueber dieſe vielen Veränderungen darf man ſich eben nicht verwundern; denn der Gegenſtand iſt noch zu neu und er wird wahrſcheinlich noch ferner viele Abänderungen erleiden, wie wir weiter oben im 6ten Kapitel bei der Geſchichte der Dampfwagen ſahen.

Aehnlich verhält es ſich mit den Schienenſtraßen ſelbſt. Die Stärke der Schienen, der Schienenſtühle, und der Steine nimmt mit dem Gewicht und der Geſchwindigkeit der Dampfwagen zu. Die Conſtruktionsarten der Straßen ſind nicht

minder verſchieden. Einige Ingenieurs ſchlagen Schienen vor, unter welchen der Stein ſo beweglich ſeyn ſolle, wie eine Scheere; andere wollen die Schienen auf hölzerne, längs auslaufende Balken, oder auf durchgehendes Mauerwerk legen u. ſ. w.

Welche aber auch die wirklichen Erhaltungskoſten der Maſchinen und der Schienenſtraßen ſeyn mögen: ſo viel iſt gewiß, daß beide, Maſchinen und Straße, durch eine ſehr große Geſchwindigkeit der Fuhrwerke angegriffen werden. Man darf ſich daher zu großer Geſchwindigkeit nur mit Vorſicht entſchließen, und nur, nachdem erwieſen worden, daß der Gewinn größer iſt, als der Nachtheil.

Dieſer Umſtand ſcheint die Unterſcheidung zu rechtfertigen, die hier oben zwiſchen Straßen für Waaren und Straßen für Reiſende gemacht worden iſt; denn offenbar iſt für beide nicht die nämliche Geſchwindigkeit nützlich und wünſchenswerth: es ſcheint unnütz zu ſeyn, Waaren eben ſo ſchnell fortzuſchaffen, wie Reiſende. Die Zeit der Geſchäftsleute iſt koſtbar. Man kann, wie ſchon bemerkt, ihre Perſonen als ein zu hohen Zinſen ausſtehendes Kapital betrachten, welches alſo einen weit höhern Werth hat, als Waaren von gleichem Gewicht. Es iſt daher vortheilhaft, die Reiſezeit der Paſſagiere abzukürzen, da ſie für ſie und für die Geſellſchaft verloren geht. Nicht ſo verhält es ſich im Allgemeinen mit den Waaren; ſie haben nicht allein einen viel geringeren relativen Werth, ſondern bleiben auch, je nach der Art ihres Verbrauchs, kürzere oder längere Zeit nach der Ankunft in den Magazinen. Mit einigen Ausnahmen alſo läßt ſich von den Waaren ſagen, daß ſie auf dem langſamen Transporte mehr verlorne Zeit, oder die Zinſen, gegen diejenigen des Verweilens in den Magazinen nicht in Betracht kommen; woraus die Unnützlichkeit eines ſehr ſchnellen Transportes folgt.

Man ſagt, daß zu Mancheſter öfters in den Magazinen der Eiſenbahn für 6 bis 700 Tauſend Thaler Baumwolle liegt, als ſo viel ungefähr in drei Tagen ankommt.

Es iſt alſo offenbar, daß nichts verloren gehen würde, wenn die Waaren einige Stunden länger auf der Straße zubrächten, weil ſie dann blos einige Stunden weniger in den Magazinen der Straßen-Compagnie liegen würden. Auch würde nicht einzuſehen ſeyn, weshalb man die Steinkohlen ebenfalls mit großer Geſchwindigkeit fortſchaffe, wenn nicht die Circulation der Reiſenden auf der doppelten Bahn frei bleiben müßte.

Man könnte einwenden, daß ja die Schnellfrachten in Frankreich ſchon hinlänglich die Wichtigkeit der Beſchleunigung des Transports von Waaren bewieſen haben. Aber der Beweis gilt nur für einzelne Arten von Waaren. Auch bedient ſich in der That nur etwa der vierte Theil der Transportmaſſe des Schnellfuhrwerkes; was alſo keinesweges Eiſenbahnen für große Geſchwindigkeiten rechtfertigt.

Sodann wäre nun, da die gewöhnliche Geſchwindigkeit auf Eiſenbahnen ſchon ungefähr derjenigen der Schnellfrachten gleich ſeyn wird, die Frage, ob darüber hinaus die Vortheile im Verhältniß der Vermehrung der Geſchwindigkeit und der Koſten des Transports wachſen, was gar nicht wahrſcheinlich iſt.

Die Waaren, welche hohe Transportkoſten leiden, weil ſie für ihr Gewicht einen hohen Werth haben, können allerdings den Paſſagieren in Rückſicht der Geſchwindigkeit gleich geſtellt werden. Auch iſt die Regel nicht ohne Ausnahme. Für Eßwaaren, für Schlachtvieh, für Waaren, die auf Schiffe geladen werden ſollen, welche nur von Zeit zu Zeit abgehen, und für einiges Andere, kann eine ſehr große Geſchwindigkeit beſondere und eigenthümliche Vortheile haben.

Es wird wohl meiſtens, dem Gewichte nach, nur der kleinſte Theil der Transportmaſſe ſeyn, für welchen eine ſehr große Geſchwindigkeit weſentliche und mit den Koſten wirklich im Verhältniß ſtehende Vortheile hat. Von den Reiſenden wird es nur ein Theil ſeyn, nämlich die Zahl derjenigen Geſchäftsleute, welche wirklich die erſparte Zeit zu Geſchäften verwenden; ferner Waaren, die entweder leicht verderben,

Digitized by Google

wie Eßwaaren, oder deren Neuheit beſondern Werth hat, wie Modewaaren und einiges Andere, ferner Briefe und andere Poſtpackete, was alles zuſammen nicht ſehr ſtark in das Gewicht fällt. Andere Gegenſtände aber, welche Zeit haben, wie Steinkohlen, Holz, Steine, Erze, ſelbſt die meiſten Colonialwaaren ꝛc., ungeachtet ihres größern Gewichts, ebenfalls mit ſehr großer Geſchwindigkeit fortſchaffen zu wollen, wäre offenbar ein Widerſpruch mit der eigenen Abſicht; denn man macht ja Eiſenbahnen zu dem Zwecke, an den Transportkoſten zu ſparen; und da nun dieſelbe Maſſe, auf dieſelbe Länge, mit doppelter Geſchwindigkeit zu transportiren, auch wenigſtens doppelt ſo viel koſtet, ſo würde man, ohne andere als eingebildete Zwecke zu erreichen, wieder weggeben, was man durch die beſſere und bequemere Straße gewonnen hat.

Rückſichtlich der der Pferdekraft für mittlere Geſchwindigkeiten zugeſchriebenen Vorzüge der Dampfkraft, ſcheint die Erfahrung der gewöhnlichen Meinung entgegen zu ſeyn. In den Bergwerken von Middleton wird, mit gänzlichem Ausſchluß der Pferde, ſeit 20 Jahren blos mit Dampfkraft gefahren. Bei Darlington befährt man einen Theil der Straße mit Pferden, den andern mit Dampf. In neuerer Zeit werden die Perſonenwagen zwiſchen Darlington und Stockton, ſtatt von Pferden, von Dampfwagen gezogen, welche aber wegen der Schwäche der Schienen, nicht viel ſchneller ſich fortbewegen, als die Pferde. Auf den Straßen von Hetton, Killingworth, St. Helene, Whiteſtaple, fährt man mit Pferden ſowohl, als mit Dampfkraft. In Frankreich eben ſo bei Roanne und Lyon.

Aus dieſem Beiſpiele ſcheint zu folgen, daß nur die örtlichen Umſtände über die Wahl zwiſchen den beiden bewegenden Kräften entſcheiden, und daß im Allgemeinen keine der beiden Kräften einen allgemeinen Vorzug vor der andern habe.

Aus dieſem Geſichtspunkte betrachtet, ändert ſich die Frage. Nicht mehr die Art der bewegenden Kraft beſtimmt

Digitized by Google

die Anordnung der Straße, ſondern dieſe, je nachdem ſie für Pferde oder für Dampf beſſer gebauet werden kann, entſcheidet die Wahl der Zugkraft.

In Frankreich, ſcheint es, daß, da in den meiſten Fällen der Handels-Verkehr keine größere Geſchwindigkeit für Waaren erfordert, als 2400 bis 3600 Ruthen in der Stunde, da die Steinkohlen zur Dampferzeugung theuer, und Leute, welche Dampfwagen zu führen und zu repariren verſtehen, noch ſelten ſind, die Pferdekraft vortheilhafter ſey, als Dampfkraft, und daß es alſo am beſten ſeyn dürfte, dort die Eiſenbahnen für Pferdekraft zu bauen.

Sodann wird die Bahn, wenn die Transportmaſſe hin und zurück ungefähr gleich ſtark iſt, am beſten möglichſt horizontal liegen, weil dann die Wirkung der Pferdekraft möglichſt ſtark iſt.

Da die Eiſenbahnen häufig von einem Bergwerke, oder einem Steinbruche, nach einem Einſchiffungsplatze führen, ſo iſt die Transportmaſſe öfters bergab am ſtärkſten. Dann müßte man, im Falle keine Ladungen bergauf zu ziehen wären, das Gefälle ſo einzurichten ſuchen, daß in der einen Richtung ungefähr eben ſo viel Zugkraft nöthig wäre, als in der andern; man müßte alſo der Bahn etwa 1 auf 320 Abhang geben; angenommen nämlich, daß der geſammte Reibungs-Widerſtand den 180ſten Theil der Laſt beträgt, und die beladenen Wagen 3 bis 4 Mal ſo ſchwer ſind, als die leeren.

Dieſer Abhang iſt ſehr ſchwach, und wird ſelten zu erlangen ſeyn. Man wird alſo meiſtens denjenigen Abhang geſtatten müſſen, auf welchem die Wagen, mit mäßiger Geſchwindigkeit, von ſelbſt herabrollen, und der nach den obigen Hypotheſen etwas mehr als 1 auf 180 beträgt. In dieſem Falle werden nur die leeren Wagen von den Pferden bergauf zu ziehen ſeyn, bergab werden auch die Pferde ſelbſt, mit den von ſelbſt herabrollenden Wagen fortgeſchafft werden, wie es bei Darlington geſchieht, und welche Anordnung ſehr vortheilhaft zu ſeyn ſcheint. Ein Abhang, auf welchem die Wa-

gen durch ihr eigenes Gewicht abwärts getrieben werden, iſt aber nachtheilig, wenn die Straße ſich ſehr krümmt, und wenn nur eine Bahn vorhanden iſt. Die Wagen, welche ſich begegnen ſollen, behalten öfters, weil man nicht weit genug ſie ſieht, nicht Zeit, einander auszuweichen. Auf ſolchen Abhängen müßte man das Gefälle um ſo geringer annehmen, je länger ſie ſind, damit die Geſchwindigkeit nicht zu ſehr zunehme, und damit man dann nicht zu oft zu hemmen brauche. Auf der Straße von St. Etienne nach Rive-de-Gier rollen die Perſonenwagen mit einer Geſchwindigkeit herab, welche nur durch faſt fortwährende Hemmung auf etwa 5260 Ruthen in der Stunde ermäßigt wird. Sie nehmen ſehr bald eine Geſchwindigkeit von 7650 Ruthen an, über welche man nicht gern hinausgeht. Von Rive-de-Gier nach Givors, auf einem Gefälle von 1 auf 166, iſt die mittlere Geſchwindigkeit 3825 Ruthen, und die größte Geſchwindigkeit 5737 Ruthen in der Stunde. Die Straße von St. Etienne bis Givors beſteht übrigens zum Theil nur aus einer Reihe von Krümmungen, in welchen man immerfort hemmen muß, um eine gefährliche Steigerung der Schwungkraft zu verhindern. Das Gefälle 1 auf 166 iſt alſo völlig hinreichend, um die Pferde ſelbſt mit den Wagen, bergabfahren zu machen. Bei Darlington geſchieht ſolches, 530 Ruthen lang, auf einem Abhange von 1 auf 128.

Auf mehreren Eiſenbahnen bei Bergwerken in England iſt man den größern Unebenheiten des Terrains gefolgt, wenn ſie im Ganzen bergabführten. Man hat ſich begnügt, durch ſchwache Auf- und Abträge eine Folge von gleichförmigen Abhängen herzuſtellen, die auf die Länge von 50 bis 100 Ruthen nicht ſtärker ſind, als 1 auf 96, und auf welchen dann das Pferd die leeren Wagen mit einer Anſtrengung von 300 Pfd. heraufziehen muß.

Stärkere Abhänge würden eben ſo gefährlich ſeyn für die herabfahrenden Ladungen, als beſchwerlich für hinauffahrende leere Wagen. Auf Abhängen von 1 auf 60 ſind bei Andrezieux ſchon Pferde beſchädigt worden. Die Gefahr iſt um ſo größer,

je glatter der Weg iſt, und je leichter die Wagen rollen. Was für Bergfahrt zu wünſchen, iſt für Thalfahrt zu fürchten.

Bis jetzt hat man Urſache gehabt, anzunehmen, daß eine beſtändig gleich ſtarke Anſtrengung die Pferde am wenigſten angreife, und daß der Erfolg am Beſten ſey, wenn eine Eiſenbahn nur einerlei fortlaufendes Gefälle hat. Erwägt man indeſſen, daß bei Darlington die Wirkung durch Unterbrechung der Anſtrengung der Pferde und Abwechslungen mit vollkommener Ruhe verſtärkt worden iſt, und daß auf der Lyoner-Straße ſich gezeigt hat, daß die doppelte Zugkraft nur ein Drittheil mehr koſtet; endlich, daß auf vielen Eiſenbahnen die Gefälle jede 20 oder 30 Ruthen ſich ändern; ſo ſcheint es, daß, wenn auch die Gleichförmigkeit des Abhanges für die Führer der Fuhrwerke zu wünſchen iſt, dennoch ihre Vortheilhaſtigkeit für die Anſtrengung ihrer Pferde nicht erwieſen ſey.

Noch können auch immer in dem Falle, daß der größte Theil der Transportmaſſe bergab geht, mehrere horizontale Stellen mit ſtarken Abhängen verbunden werden, auf welche dann die leeren Wagen durch die beladenen hinauf gezogen werden.

Wo man aus einem Flußgebiet in das andere überzugehen hat, muß man den niedrigſten Punkt der Waſſerſcheide mit ſchwachem Gefälle zu erreichen ſuchen. Läßt ſich ſo nur bis tief unter den Gipfel gelangen, und iſt ein Durchſchnitt, oder ein Tunnel durch den Kamm des Terrains zu koſtbar, ſo wird es beſſer ſeyn, nach dem Fuße des Kammes mit dem Gefälle der gleichen Zugkraft, nämlich 1 auf 320, zu gehen, und auf die Waſſerſcheide zwei entgegengeſetzte, ſtarke Abhänge zu legen. Dieſe Anordnung iſt leicht, wenn die Waſſerſcheide nur ſchmal iſt. Iſt ſie aber über 100 Ruthen breit, ſo muß man ſuchen, mit den ſtarken Abhängen nach zwei, dem Gipfel nahen Punkten zu gelangen, wo man dann, wie bei Bruſſelton, eine Dampfmaſchine ſetzt.

Die größte Schwierigkeit iſt in ſolchen Fällen gewöhnlich

die Schwäche der Abhänge auf eine groſse Länge, ſo daſs die gewöhnliche Zahl der leeren Wagen eines Wagenzuges das Seil nicht herabzuziehen vermögen.

Iſt der Gipfel der Waſſerſcheide ſehr breit, ſo ſetzt man eine feſtſtehende Dampfmaſchine auf diejenige Seite, an welcher die beladenen Wagen herrauffahren ſollen, und legt eine wechſelwirkende Rampe auf den andern Abhang. Vom Fuſse dieſer Rampe an, giebt man der Straſse einen einzigen Abhang, oder legt ſie horizontal, bis zu der Ankunftſtelle der Wagen; oder man macht mehrere Abſtufungen, und eben ſo viel ſelbſtwirkende Rampen. Den Rampen muſs man ſo viel Gefälle geben, als die für die Stärke des Verkehrs nöthige Geſchwindigkeit erfordert, damit die Fahrten auf den Rampen nicht zu lange dauern.

Wenn der Verkehr in der einen und der andern Richtung gleich ſtark iſt, ſo ſcheint es nöthig, daſs die Straſse abſatzweiſe horizontal, oder doch faſt horizontale Stellen bekomme, durch Rampen verbunden. Die Höhe der Abſätze und die Länge der Rampen richten ſich offenbar nach der Geſtalt des Terrains, und danach, ob und in wie fern die horizontalen Stellen zn erlangen ſind. Dies erfordert eine ſehr genaue Unterſuchung des Terrains in verſchiedenen Richtungen und läſst ſich nicht auf den erſten Blick entſcheiden.

Die Anordnung einer Eiſenbahn für Frachten, von Pferden gezogen, hat auf ſolche Weiſe viel Aehnlichkeit mit der eines Kanals, deſſen Schleuſen an die Stelle der Rampen treten. Die Aufgabe des Ingenieurs iſt es, die Stellen zu ermitteln, wo die Bauwerke am vortheilhafteſten ihren Platz finden, und die beſten Dienſte leiſten.

Schienenſtraſsen für groſse Geſchwindigkeiten.

Man kann darunter Straſsen verſtehen, auf welchen nur mit Dampfkraft und mit 7200 bis 10800 Ruthen Geſchwindigkeit in der Stunde gefahren wird. Bis jetzt exiſtiren nur

Digitized by Google

wenige ſolcher Straßen, unter denen diejenige, zwiſchen Liverpool und Mancheſter, gehörig gekannt iſt. Alſo laſſen ſich für jetzt auch nur von dieſer Straße einige Erfahrungs-Reſultate hernehmen.

Damit die Perſonenwagen den vorher benannten Raum ſtündlich zurücklegen, muß die Geſchwindigkeit derſelben, wegen des nothwendigen Aufenthalts von Zeit zu Zeit, 45 bis 48 Fuß in der Secunde oder 13500 bis 14400 Ruthen in der Stunde betragen. Die größten Geſchwindigkeiten, welche Herr Minard bei verſchiedenen Fahrten auf der Liverpooler-Bahn beobachtet hat, ſind folgende:

Geſchwindigkeit in der Secunde.		Mit dieſer Geſchwindigkeit durchlaufene Länge.
32⁴/₅ Fuß	. . . .	5044 Ruthen
42¹/₃ „	. . . .	1487 „
53¹/₄ „	. . . .	1062 „
56²/₅ „	. . . .	106 „
63³/₄ „	. . . .	106 „

Die beiden letzten Geſchwindigkeiten fanden bei dem freien Herabrollen auf der Mitte des Hügels von Rainhill, ſtatt. Da die Umſtände bei einer Bewegung beſſer aus einer Zeichnung erſichtlich ſind, ſo hat Herr Minard in ſeinen Vorleſungen in Fig 97 den Durchſchnitt der Liverpooler-Straße dargeſtellt, in ganze und viertel engliſche Meilen getheilt, die oben durch Zahlen und Verticallinien angezeigt ſind, auf welchen Durchſchnitt wir hier verweiſen. Die unten ſtehenden Zahlen bezeichnen, in Metern, die Geſchwindigkeiten, mit welchen die correſpondirenden Theile des Weges durchlaufen worden ſind. Die Pfeile zeigen an, nach welcher Richtung die Geſchwindigkeiten ſtattfanden. Die oberen Reihen ſind von den Herren Ingenieuren der Brücken und Wege beobachtet worden, die mit der Beſichtigung der Eiſenbahnen in England beauftragt waren; die drei anderen Reihen von Geſchwindigkeiten habe ich gemeinſchaftlich mit Herrn Zeiller beobachtet. Die 104te Figur der Minard'ſchen Vorleſungen ſtellt den Theil der Straße zwiſchen den Meilen Nro. 16 und

$20^{1}/_{4}$ vor, wo man die Gefälle bei jeder Viertelmeile eingeſchrieben hat, die ſehr von dem durchſchnittlichen Gefälle von 1 auf 849 abweichen; ſey es deßhalb, weil ſich der Straßendamm geſetzt hat, oder wegen Fehler in der Ausführung. Dieſe Details ſind aus einem Profile der Straße copirt, welches ſich in dem Büreau der Eiſenbahn-Compagnie befindet, und welches Herr Navier mitgetheilt hat. Dieſes Profil zeigt, daß da, wo zwei entgegengeſetzte Abhänge zuſammentreffen, die Geſchwindigkeiten zuweilen Aenderungen erleiden, die denen entgegengeſetzt ſind, welche man von dem Einfluße der Abhänge erwarten ſollte. Dieſe Abweichungen rühren daher, daß man die Geſchwindigkeiten beim Herabfahren zu mäßigen, beim Herrauffahren aber zu verſtärken ſucht.

Man ſagt, daß ein Dampfwagen für ſich allein, in 15 Minuten 9558 Ruthen durchlaufen habe, was 86 Fuß in der Secunde und 19 engliſche Meilen in der Stunde ausmachen würde; wobei noch zu bemerken, daß die obige Entfernung auf der Liverpooler-Straße nothwendig ein Steigen und ein Fallen einbegreift, ſo daß alſo die Geſchwindigkeit von 86 Fuß eine mittlere und beinahe die möglich größte auf horizontaler Bahn iſt.

In der Schrift des Herrn Pouſſin[1]) wird erzählt, daß in Nordamerika eine Dampfmaſchine auf einer Eiſenbahn einen Wagenzug 13 Minuten lang mit $85^{3}/_{4}$ Fuß Geſchwindigkeit in der Secunde fortgezogen habe.

Die Schienenſtraßen für große Geſchwindigkeiten ſind nicht ſo vieler verſchiedenen Arten der Einrichtung fähig, als Straßen, die nur mit Pferden befahren werden, weil die Abhänge und die Krümmen derſelben viel ſanfter ſeyn müſſen.

Eine Hauptfrage bei denſelben ſcheint zu ſeyn, ob hier Rampen ſtattfinden dürfen, oder nicht. Da ſie viel Zeit wegnehmen, ſo ſcheinen ſie hier dem Zweck entgegen zu ſeyn. Auch können ſie durch ihre Gefälle und ihre Länge für die

---

1) Chemins de Fer américains etc. Paris 1836.

Paſſage gefährlich werden. Aber man ſieht leicht, daß ſie auf manchem Terrain unvermeidlich ſind, auf anderm dagegen die Linie zu vereinfachen, die Abhänge zu vermindern und die Entfernungen zu verkürzen, alſo die auf das Erſteigen verwandte Zeit, mit Gewinn, auch wieder einzubringen vermögen.

Die Mittel, Rampen, wo ſie ſtattfinden ſollen, zu erſteigen, würden etwa folgende ſeyn. Erſtlich eine feſtſtehende Dampfmaſchine auf dem Gipfel der Rampe. In Folge der Discuſſion der engländiſchen Ingenieurs über die Wahl der Maſchinen auf der Liverpooler-Straße, hat man indeſſen den Dampfwagen den Vorzug gegeben, und bedient ſich ihrer, die Rampen von Sutton und Rainhill zu erſteigen, welche 1 auf 89 und 1 auf 96 Gefälle haben. Neuerdings hat man im Innern der Stadt Liverpool ein Tunnel für die Perſonenwagen getrieben, 504 Ruthen lang, mit 1 auf 90 Gefälle, in welcher eine feſtſtehende Dampfmaſchine die Wagen ziehen ſoll, eben wie in dem großen Tunnel für Waaren-Frachten. Daraus läßt ſich folgern, daß die Compagnie für den Anfang einer Straße für große Geſchwindigkeiten den Vorzug einer feſtſtehenden Maſchine auf einer Rampe vor Dampfwagen anerkannt hat. Vielleicht aber hat ſie auch für die Reiſenden die Nachtheile des durch die Verbrennung und den Dampf erzeugten Gaſes in der unterirdiſchen Straße gefürchtet; wie ſich dergleichen in dem Stollen des Regent-Kanals bei dem Dampfboote Soueur gezeigt haben.

Rampen, die wenigſtens 1 auf 90 Gefälle haben, laſſen ſich vermittelſt einer Hülfsmaſchine erſteigen, die die Hälfte des Wagenzuges vor ſich her ſchiebt, während die Hauptmaſchine die andere Hälfte zieht. Damit die ſchiebende Maſchine keine Gefahr bringe, muß ihr Lauf gemäßigt, und es müſſen einige Vorkehrungen getroffen werden, welche Zeit wegnehmen.

Endlich läßt ſich eine Rampe ohne zu große Zögerung erſteigen, wenn es möglich iſt, am Fuße derſelben mit ſehr großer Geſchwindigkeit anzulangen. Durch den erlangten Trieb

Digitized by Google

können die Fuhrwerke bis auf eine gewiſſe Höhe rollen, ohne daß die Geſchwindigkeit bis unter ihr mittleres Maaß abnähme. Zu dieſem Zweck iſt es gut, eine Rampe auf einen Abhang folgen zu laſſen, wie es auf der Liverpooler-Straße bei der Rampe von Rainhill geſchehen iſt. Nach Herrn Booth bringt ein Dampfwagen, der, einen leichten Wagenzug ziehend, am Fuße dieſer Rampe mit 25½ Fuß Geſchwindigkeit anlangt, denſelben noch mit 5 Fuß Geſchwindigkeit auf den Gipfel.

Zufolge der obern Geſchwindigkeitslinie in Fig. 97 der Minard'ſchen Schrift, wird die Rampe bei Sutton von den Perſonenwagen mit abnehmender Geſchwindigkeit erſtiegen. Sie beträgt auf der Mitte der Rampe 4 Zehntheile der Geſchwindigkeit am Fuße. Wäre alſo die Rampe nur halb ſo lang, und langten die Wagen am Fuße derſelben mit 32 Fuß Geſchwindigkeit an, ſo würden ſie auf dem Gipfel noch 12⅘ Fuß Geſchwindigkeit haben.

Es ſcheint alſo wohl möglich zu ſeyn, eine Eiſenbahn auch für große Geſchwindigkeiten mit Rampen zu bauen. Die Bahn müßte aus horizontalen, oder nur 1 auf 1000 fallenden Theilen, und aus Rampen von 1 auf 92, von 320 Ruthen lang, und 41½ Fuß hoch, zuſammengeſetzt ſeyn. Dieſelben müßten wenigſtens 530 Ruthen von einander entfernt ſeyn, damit die Dampfwagen, die ihre große Geſchwindigkeit angewendet haben, eine Rampe zu erſteigen, wieder die nöthige Geſchwindigkeit für die folgende Rampe erlangen könnten. Nach dieſem Syſtem alſo, könnte eine Eiſenbahn mit 48 Fuß Abhang anf 852 Ruthen lang, alſo mit einem Gefälle von 1 auf 213 gebaut werden, auf welcher Perſonenwagen nahe an 8400 Ruthen in der Stunde zurücklegen würden. Die Stationen einer ſolchen Bahn würden nur auf die Gipfel der Rampen gelegt werden können. Mit ihrem Fuße müßten die Rampen immer auf gerade Linien zutreffen.

Es mögen nun Rampen zugelaſſen, oder vermieden werden, ſo bleibt es noch übrig, entweder die dieſelben verbindenden Strecken, oder die ganze Linie ſelbſt zu beſtimmen. Dazu

Digitized by Google

iſt nöthig, zwei Beſtimmungen feſt zu ſtellen: die des Gefälles und die der Aenderung der Richtung.

Da die Dampfwagen Abhänge mit 1 auf 90 Gefälle, die dann für ſie Rampen heißen, nur mit geringer Geſchwindigkeit zu erſteigen vermögen, ſo dürfen in der gewöhnlichen Linie keine ſolchen Abhänge ſtattfinden. Folgendes ſind die ſtärkſten Abhänge, welche engländiſche Ingenieurs für Eiſenbahnen annehmen, welche vorzugsweiſe von Dampfwagen mit großer Geſchwindigkeit befahren werden ſollen.

Auf der Straße:	Abhang
Von Leeds nach Selby . . .	1 auf 135
„ Dublin nach Klingstown . .	1 auf 168
„ Carlisle nach Newcaſtle . .	1 auf 200
„ London nach Brighton (Project)	1 auf 200
„ Liverpool nach Birmingham .	1 auf 290
„ London nach Birmingham .	1 auf 330
„ London nach Briſtol (Project) .	1 auf 380

Die Dampfwagen bei Liverpool haben bergauf, folgende Geſchwindigkeiten:

19117	Ruthen in der Stunde auf horizontaler Bahn
12427	„ „ „ „ einem Abhang von 1 auf 1080
10514	„ „ „ „ „ „ „ 1 auf 849
8603	„ „ „ „ „ „ „ 1 auf 500
1530	„ „ „ „ „ „ „ 1 auf 96

Man kann alſo annehmen, daß ſie auf einem Abhange von 1 auf 390, welcher bis auf weitere Erfahrungen, das ſtärkſte zuzulaſſende Gefäll ſeyn dürfte, 5735 Ruthen Geſchwindigkeit in der Stunde haben werden. Wo zwei gegen einander laufende Abhänge auf einer ſie verbindenden, zwiſchen liegenden, Strecke auslaufen, müſſen ſie mit derſelben durch allmählig abnehmende Gefälle verbunden werden. Dieſes iſt auf der Liverpooler-Straße für einander entgegenlaufende Abhänge von 1 auf 1086 und 1 auf 96 geſchehen.

Digitized by Google

Krümmungen der Eiſenbahnen.

Wir haben von denſelben bis jetzt noch nichts geſagt, weil wir uns die Gelegenheit dazu bei den Straßen für große Geſchwindigkeiten vorbehalten wollten, wo dieſer Gegenſtand am wichtigſten iſt.

Wenn zwei paralelle Schienenſtrecken eine Krümmung machen, die kreisbogenförmig vorausgeſetzt wird, ſo entſtehen daraus einige Unbequemlichkeiten für das Fuhrwerk. Wenn nämlich 2 Räder von gleichem Durchmeſſer an einer und derſelben Achſe befeſtigt, auf einer Ebene fortrollen, ſo beſchreiben ſie paralelle, gerade Linien. Soll es möglich ſeyn, daß ſie einen Kreisbogen beſchreiben, ſo muß entweder das eine Rad größer ſeyn, oder es muß geſchwinder rollen, als das andere. Da nun beides hier nicht ſtattfinden kann, ſo müſſen nothwendig die beiden Räder, oder doch das eine muß auf den Schienen gleiten, und ſich reiben, etwa ſo, als wenn die Räder gehemmt wären. Dieſe Reibung, welche Schienen und Räder ungemein abnutzt, iſt der bewegenden Kraft nicht minder nachtheilig; ſie macht, daß eine Verſtärkung derſelben nothwendig iſt.

Eins der Mittel, welches man gegen den Uebelſtand vorgeſchlagen hat, iſt, die Achſe in der Mitte durchzuſchneiden, und zwei Achſenlager mehr zu machen, ſo daß ſich jede halbe Achſe, unabhängig von der andern Hälfte, für ſich drehen kann.

Ein anderes Mittel iſt, innerhalb an der Schienenlinie von größerm Durchmeſſer, einen ebenen Theil anzubringen, welcher ſich mit ſchwachem Gefälle, bis zu der Höhe der Schienen erhebt, ſo daß der Radrand hinaufſteigt und in den Fall eines Rades von größerm Durchmeſſer kommt, alſo einen Kreis beſchreibet, der in dem Verhältniße des Radrandes gegen die Radfelgen, größer iſt. Giebt man alſo der Krümmung der äußern Schienen dieſes nämliche Verhältniß, ſo wird der Uebelſtand des Gleitens der Räder gehoben. Aber in den gewöhnlichen Fällen muß dann der Halbmeſſer der

Digitized by Google

Bahnkrümmung ſehr klein ſeyn; etwa nur 82 Fuß betragen, was wieder die Schwungkraft zu ſehr erhöhet. Auch iſt das Mittel nur für geringe Geſchwindigkeiten anwendbar, wo die Wagen wenig Antrieb haben, aus der Bahn zu weichen. Desgleichen hält dann der Radrand, weil er auf die Schienen tritt, nicht mehr das Rad in der Bahn feſt, und man muß, paralell mit den Schienen, ein vorſpringendes Stück anbringen, gegen welches die Felge des Wagens ſtreift.

Während aber die beiden beſchriebenen Mittel die Geſchwindigkeiten der Räder mit der Länge, welche ſie durchlaufen ſollen, in Verhältniß bringen, heben ſie keineswegs die Schwungkraft auf, welche die Räder gegen die äußern Schienen drängt, die den größern Durchmeſſer der Krümmung der Bahn haben, oder genauer: das eine Mittel hilft dieſem andern Uebelſtande nur zum Theil, das andere gar nicht ab.

Um nun der Schwungkraft entgegen zu wirken, legt man die äußern Schienen, die den größern Halbmeſſer der Bahnkrümme haben, höher, als die innern um ſo viel, daß das aus der Neigung der Achſe entſtehende Beſtreben der Laſt des Wagens, nach innen zu, der nach außen drängenden Schwungkraft gleich ſey. Aber dieſes Mittel hat wieder die Unbequemlichkeit, daß es nur für eine einzige, beſtimmte Geſchwindigkeit paßt. Für eine geringere Geſchwindigket reibt ſich das Rad an der innern Schiene, und für eine größere, für welche die Schwungkraft überwiegend iſt, an der äußern. Da nun die Geſchwindigkeiten beim Bergauf- und Bergabfahren immer verſchieden ſind, ſo iſt das Mittel zur Abhülfe auf nicht horizontalen Krümmen unzulänglich, wenn man nicht etwa bergab eben ſo langſam fahren will, als bergauf.

Die Wirkung der Schwungkraft iſt ſehr gefährlich; ſie verurſacht nicht blos ein Reiben der Radränder an den Schienen, welches Räder und Schienen beſchädigt, ſondern wenn die Geſchwindigkeit ſehr groß, und der Halbmeſſer der Krümmen der Bahn ſehr klein iſt, ſo können die Radränder über die äußern Schienen ſpringen, und da dann nichts der

Digitized by Google

Schwungkraft ſich mehr entgegenſetzt, ſo können die Wagen aus der Bahn kommen, und werden zuweilen ſelbſt umgeworfen. Das Aehnliche ſieht man ſchon an gewöhnlichen Fuhrwerken, wenn ſie mit einiger Geſchwindigkeit, die aber gegen die der Dampfwagen in keinem Vergleich iſt, einen kurzen Bogen beſchreiben. Die Wagen werden zur Seite geſchleudert, und werfen ſelbſt um. Auch drängt die Schwungkraft die Schienen ſeitwärts, wo ſie ſehr wenig Wiederſtand leiſten.

Man muß deßhalb die Halbmeſſer der Krümmen der Eiſenbahnen ſo groß machen, als möglich. Die kleinſten Krümmungs-Halbmeſſer auf ausgeführten Eiſenbahnen ſind folgende:

Bei Sunderland . .	26½	Ruthen
„ Darlington . . .	133	„
„ Liverpool . . .	352	„
„ Runcorn-Gap .	51	„
„ Warrington . .	531	„
zwiſchen St. Etienne und Andrezieux .	8	„
„ Lyon	133	„
„ Roanne	53	„
„ Epinac	93	„

Auf projectirten oder in der Ausführung begriffenen Eiſenbahnen ſind ſie:

Zwiſchen Leeds und Selby . .	265	Ruthen
„ Newcaſtle und Carlisle . .	109	„
„ Dublin und Kingstown .	101	„
„ Liverpool und Birmingham	956	„
„ London und Birmingham .	212	„
„ London und Briſtol . .	323	„
„ London und Brighton . .	855	„

Das Hinderniß, welches die Krümmung der Bahn entgegenſetzen wird, vermindert durch die Kürze des Bahnwagens, im Verhältniß zu der Entfernung der Schienen oder der Geleisweite, wodurch die Wendung deſſelben in den Krümmungen erleichtert wird. So beträgt bei den engliſchen

Digitized by Google

Bahnwagen bei der Geleisweite im Lichten der Schienen von 4 Fuß 6 Zoll, die Entfernug der beiden Radachſen nur 3 Fuß 3 Zoll bei einem Raddurchmeſſer von 3 Fuß. Ferner dadurch, daß dem Radkranze eine etwas koniſche Form gegeben, und die Bahnſchiene ſelbſt, oben etwas abgerundet wird. Jene koniſche Form des Kranzes bewirkt zugleich, daß die Räder eine Tendenz erhalten, gegen die Mitte der Bahn von der Schiene abzugleiten, wodurch ſie auf den Schienen ſo laufen, daß der Spurkranz von der Kante der Schiene entfernt bleibt, und ſich weniger an derſelben reibt. Durch dieſe koniſche Beſchaffenheit des Radkranzes ändert ſich der Halbmeſſer des Rades, indem er mehr oder weniger von der Schiene abgleitet, wodurch dann in der Krümmung die Reibung vermindert wird. Beträgt z. B. die Verjüngung des Kranzes = ½ Zoll auf 30 Zoll Durchmeſſer des Rades, ſo kann das Rad auf der äußern Schiene auf einem Durchmeſſer von 29⅝ Zoll und auf der äußere Schiene auf einem Durchmeſſer von 29⅞ Zoll ſich bewegen; und in dieſem Verhältniſſe (237 : 239) können auch die Halbmeſſer der krummen Bahnen ſtehen. Folglich wird für die Geleisweite — 4½ Fuß der Krümmungshalbmeſſer der innern Bahn, bei welcher keine beſondere Reibung wegen jener koniſchen Geſtalt mehr entſtehen wird, — 533¼ Fuß betragen. Um ferner das Abgleiten des Wagens an der äußern Schiene gegen die innere zu erleichtern, werden, wie ſchon weiter oben bemerkt, die Schienen an der Außenſeite der Krümmungen immer höher, als an der innern Seite gelegt, welche Erhöhung bei den ſchärfſten Krümmungen, deren Halbmeſſer beiläufig 40 Klafter iſt, für die Geleisweite von 4½ Fuß, 4 bis 5 Zoll beträgt. Dadurch wird zugleich die Wirkung der Schwungkraft aufgehoben, durch welche der Wagen bei ſchneller Bewegung nach auswärts getrieben würde.

Da indeſſen durch dieſe Einrichtungen des Radkranzes bei ſchärfern Krümmungen der entſtehende Wiederſtand nur zum Theil vermieden, auch der Nachtheil damit verbunden iſt, daß der Kranz nnr mit einer kleinen Fläche auf der

Schiene läuft, wodurch die Abnutzung befördert wird; ſo iſt es bei ſtarken Krümmungen des Weges, und wenn das Fuhrwerk nicht mit großer Geſchwindigkeit geht, vorzuziehen, die Bahn in gerader Linie fortzuführen, und da, wo die Bahnlinie ſich brechen ſoll, die bereits in dem vierten Kapitel erwähnten Drehſcheiben anzubringen, mittelſt welcher in geraden gebrochenen Linien, jede Krümmung des Weges umfahren werden kann. Außerdem giebt man dem Wagen ſelbſt eine ſolche Einrichtung, daß das Langwied, durch welches die Verbindung der beiden Radachſen hergeſtellt wird, oder daß deſſen Stelle vertretende Wagengerüſt, in der Mitte ſeiner Länge getrennt, und hier mittelſt eines Zapfens oder Schlüſſels beweglich iſt, ſo daß die Stellung der Achſe der Hinterräder, von jener der vordern Achſe unabhängig wird, wodurch letztere zum Behufe der Leichtigkeit der Wendung ſich mit der erſtern nach Maaßgabe der Bahnkrümmung in einen Winkel ſtellt. Am vollſtändigſten endlich wird der in der Krümmung entſtehende Widerſtand beſeitigt, wenn jedes Rad eine eigene Achſe hat.

Dreizehntes Kapitel.

Von den Koſten, welche die Anlage der Eiſenbahnen verurſachen, ſo wie von dem Verhältniß der Bruttoeinnahme zur Nettorevenue bei verſchiedenen Eiſenbahnen.

Die Koſten der Eiſenbahnen fallen nach Beſchaffenheit des Terrains, welches ſie durchlaufen, der Conſtruction, welche dabei angewendet worden, und des ortsüblichen Preiſes der Materialien und des Arbeitslohns ſehr verſchieden aus. Man

Digitized by Google

hat behauptet, daß die Bahnen in Deutſchland nur die Hälfte, ja ſogar nur ein Drittel des Preiſes der Bahnen in England koſten würden, und hat dieſe Behauptung auf die Vorausſetzung gegründet, daß der Preis der Grundſtücke, der Materialien und des Arbeitslohns in Deutſchland niedriger ſtehe, als in England. Der Gegenſtand iſt von Wichtigkeit für den Zweck unſeres Werks, ſo daß wir zuvörderſt etwas näher darauf eingehen wollen, wobei wir wieder der oft erwähnten trefflichen Schrift des Herrn Crelle „Einiges allgemein Verſtändliche über Eiſenbahnen" folgen. Man behauptet nämlich häufig, daß, obgleich die Frequenz auf den Straßen in Deutſchland im Durchſchnitt geringer ſey, als in England, doch auch die Koſten des Lebensunterhaltes es ungefähr in gleichem Verhältniſſe ſeyen, alſo auch die Anlagekoſten von Eiſenbahnen, und daß folglich Eiſenbahnen, weil ſie in England gute Zinſen trügen, ſich auch in Deutſchland rentiren würden.

Daß die Frequenz in Deutſchland meiſtens geringer iſt, als in England, iſt ganz wahr, ſo wie auch, daß es die Koſten des Lebensunterhaltes ſind, aber daß in gleichem Verhältniſſe die Anlagekoſten von Eiſenbahnen in Deutſchland geringer ſeyn ſollten, als in England, kann nicht zugegeben werden. So iſt zum Beiſpiel ein Hauptartikel zu der Anlage der Eiſenbahnen, das Eiſen, in England, im Allgemeinen wohlfeiler, als in Deutſchland, und hauptſächlich iſt dies der Fall mit den gewalzten Schienen, die man aus dieſem Grunde aus England kommen läßt, woſelbſt der Zentner nur ungeföhr 4⅓ Rthlr. koſtet, während er in Deutſchland, wo es erſt wenige Hüttenwerke giebt, die dieſes Fabrikat zu liefern vermögen, wenigſtens auf 6 Rthlr. zu ſtehen kommt. Der Tagelohn iſt ferner in England zwar allerdings 2 bis 3 Mal ſo hoch, als in Deutſchland; aber bekanntlich leiſtet auch der engliſche Arbeiter, beſſer genährt, geübter und gewandter faſt in demſelben Verhältniße mehr, als der Deutſche. Der Beweis im Großen liegt wieder darin, daß bekanntlich die deutſchen Fabriken, ſelbſt diejenigen, welche viel gemeine

Handarbeit erfordern, nur mit groſser Schwierigkeit mit den engliſchen concuriren und Preis halten können. Nebenwerke, z. B. Brücken in den Straſsen, ſind ebenfalls in England nicht auffallend theurer, als in Deutſchland. Die Brücke am Sankey z. B. auf der Liverpooler-Bahn, mit 9 Bogen, jeder von 48½ Fuſs Spannung, 24 Fuſs zwiſchen den Geländern breit, und unter den Bögen bis 58 Fuſs hoch, hat etwa 300,000 Rthlr. gekoſtet; in Berlin würde eine ſolche Brücke, nach der gewiſs ſichern Behauptung des Herrn Crelle mehr gekoſtet haben. Die Irwellbrücke, 63 Fuſs weit, 30 Fuſs hoch, und gegen 60 Fuſs breit, hat etwa 58,000 Rthl. gekoſtet; die Brücke von Newton mit 4 Bogen, jeder von 29 Fuſs weit, gegen 30 Fuſs breit, und 27 Fuſs hoch, von Ziegeln erbaut und mit Quadern bekleidet, etwa 36,000 Rthl.; die Brücke Nro. 52, über den Bridgewater-Kanal, mit 2 Bogen von 21 Fuſs Weite, 30 Fuſs Breite, und 20 Fuſs Höhe, gegen 8000 Rthlr. Alle dieſe Brücken würden in Deutſchlands nicht leicht weniger koſten. Nur der Grund und Boden iſt in England bedeutend theurer, als in Deutſchland; auch kommen groſse Nebenkoſten vor, die in Deutſchland in der Regel gänzlich wegfallen. So z. B. haben bei der Liverpooler-Bahn die Koſten der Parlamentsacte allein an 200,006 Rthlr. (auf die Meile berechnet gegen 30,000 Rthlr,) betragen. Auſser dieſen Artikeln aber kann nicht zugegeben werden, daſs der Bau der Eiſenbahnen ſelbſt, in England bedeutend theurer ſey, als in Deutſchland; auch ſind im Ganzen die Koſten ausgeführter und beabſichtigter Eiſenbahnen dort nicht weit höher, als hier. Wenn man von den engliſchen Eiſenbahnen ſpricht, ſo hat man meiſtens, gleichſam unwillkührlich, die Liverpooler-Bahn im Sinne. Allein die in der That ungeheuren Koſten derſelben, von mehr als 800,000 Rthlr. für die Meile (mit Einſchluſs des Fuhrwerks), mit 4 Reihen Schienen, rühren zuverläſſig nicht von der engliſchen Theurung, ſondern, auſser von den oben erwähnten Nebenkoſten und der Theurung des Grund und Bodens, die aber doch zuſammengenommen, nur einen

Digitized by Google

Unterſchied von vielleicht nicht viel über 100,000 Rthlr. auf die Meile ausmachen, insbeſondere nur von den Terrainſchwierigkeiten her, oder vielmehr von der Art, wie man ſie zu überwinden geſucht hat. Die 50 und 60 Fuß hohen Dämme, die 70 Fuß tiefen Einſchnitte, zum Theil in Felſen, die unterirdiſchen Theile der Straße, die Durchdämmung des weit ausgedehnten Katzen-Sumpfes (Chat-Moss) u. ſ. w. haben ungeheure Summen erfordert, und es iſt ſehr die Frage, ob die Liverpooler-Bahn, wenn ſie ſo, wie ſie iſt, in Deutſchland gebaut worden wäre, viel weniger gekoſtet haben würde. Dagegen giebt es in England Eiſenbahnen, die nicht mehr, und andere, die ſogar weniger gekoſtet haben, als auf dem Continent. So hat z. B. die Bahn von St. Helen-Runcorn mit zwei Reihen Schienen, nur etwa 300,000 Rthlr. die deutſche Meile gekoſtet. Die Bahn von Boston nach Leigh etwa 350,000 Rthlr.; die Bahn von Canterbury nach Whitestable etwa 275,000 Rthlr., die von Darlington nach Stockton etwa 165,000 Rthlr. In Deutſchland giebt es noch wenig ausgedehnte Eiſenbahnen, welche zum Vergleich paßten; die von Nürnberg nach Fürth führende, welche ungefähr 7/8 Meilen lang iſt, hat 100,000 Rthlr. gekoſtet. In Frankreich und Belgien aber, wo die Preiſe der Dinge von denen in Deutſchland wenig verſchieden ſind, haben die Eiſenbahnen nicht weniger gekoſtet, als in England, z. B. die Bahn bei Roanne auf die Meile 200,000 Rthlr., die von St. Etienne nach Lyon, 450,000 Rthlr. die Meile. Die Bahn von Antwerpen nach Brüſſel hat im Durchſchnitt ungefähr 200,000 Rthlr. die Meile. Die Koſten der projectirten Eiſenbahn zwiſchen Berlin und Potsdam, wo das Terrain ſo überaus günſtig iſt, wo nur unbedeutende Brücken zu erbauen ſeyn werden, wird, mit dem Fuhrwerk, die Meile über 150,000 Rthlr. koſten. Hier folgt nun erſt das auf der Beilage Stehende.

Die Direktionen dreier Eiſenbahnen machen detaillirte Rechnungen über die Benutzung dieſer Unternehmungen alle Jahre bekannt, nämlich die Direktionen der Eiſenbahnen von

Mancheſter, von Lyon und von Budweis. Die Direktionen der andern Geſellſchaften machen ihre Jahresrechnungen entweder nicht durch den Druck bekannt, oder es enthalten dieſe Rechnungen nur die ganze Summe der Einnahmen und Auslagen, ſo daß man über die einzelnen Theile dieſer Auslagen nicht unterrichtet wird.

Die Mancheſter- und Liverpooler-Bahn-Direktion vertheilt alle ſechs Monat einen gedruckten Bericht, welcher ſämmtliche Einnahmen und Ausgaben mit allem Detail aufgeführt enthält, und da die Verwaltung dieſer Bahn nur ganz vorzüglichen, des öffentlichen Vertrauens würdigen Perſonen anvertraut iſt, ſo kann man die in der folgenden Tabelle A vorkommenden Zahlen als zuverläßige, durch die Erfahrung beſtätigte Reſultate anſehen, und es wird ſich nur in jedem einzelnen Falle darum handeln, die Localumſtände einer zweiten Bahn zu berückſichtigen, um hierauf einen feſten Anſchlag gründen zu können.

Die Lyon-St. Etienne-Eiſenbahn-Direktion ſchließt ihre Rechnungen jährlich am letzten October ab; die Reſultate der Bahnbenutzung für das Jahr vom 1. November 1833 bis zum letzten Oktober 1834, dann für das Jahr vom 1. November 1834 bis zum letzten Oktober 1835, ſind in der nachſtehenden Tabelle B enthalten.

Die Budweis-Linzer-Eiſenbahn-Direktion macht zwar in ihrem gedruckten Berichte nur einen Auszug des ſtattgehabten Verkehrs und ſämmtlichen Auslagen und Einnahmen der ganzen Unternehmung bekannt; ſie ertheil jedoch einem jeden Actionair auf Verlangen einen detaillirten Rechnungs-Abſchluß. Nachſtehende Tabelle C enthält die genaue Zuſammenſtellung der bei dieſer Bahn ſtattgehabten Auslagen und Einnahmen während deren Benützung vom 1. März 1833 bis letzten Dezember 1835.

Wir entlehnen dieſe Tabelle, ſo wie die ſich daran ſchließenden Betrachtungen aus einer kleinen Schrift des Herrn Franz Anton Ritter von Gerſtner: „Ueber die Vortheile der Anlage einer Eiſenbahn von St. Petersburg nach Zarskon-

Digitized by Google

er Budweis=Linzer=Bahn.

März Dez. 3.	Vom 1. Jan. bis 31. Dez. 1834		Vom 1. Jan. bis 31. Dez. 1385.		Zuſammen		Von der ganzen Brutto=Einnahme nach %
ent.	Convent.		Convent.		Convent.		
Kr.	Gulden.	Kr.	Gulden.	Kr.	Gulden.	Kr.	
10	60,775	52	78,472	48	185,452	50	
53	3,201	43	3,294	38	8,883	19	
41	2,006	52	2,639	6	6,343	39	
18	734	24	1,202	30	2,755	12	47,8
—	2,469	9	3,493	37	5,962	46	
36	3,348	3	4,796	34	10,429	13	
—	1,024	50	2,934	26	3,959	16	
39	8,210	55	8,190	23	23,114	57	
24	1,171	4	1,496	11	3,857	39	
27	1,229	27	989	3	3,655	57	
22	4,066	52	12,276	7	18,214	21	13,2
2	2,658	2	3,109	29	7,387	32	
54	885	50	605	53	2,199	37	
22	1,125	52	808	42	2,340	56	
19	557	40	680	26	1,293	25	
—	6,034	—	5,483	40	18,260	40	
29	2,652	29	2,692	35	7,537	1	6,1
—	—	—	314	31	1,038	22	
57	307	57	864	11	1,583	17	
45	5,348	20	2,211	57	11,464	2	
52	5,733	22	9,555	40	17,455	54	32,9
1	40,117	8	51,484	46	125,216	55	
46	153658	51	197,597	13	468451	50	100

(Ad p

ter=, St. Etienne=Lyoner=

ſter=Bahn.

	Jahr 1835. Liv.	S.	d.	Zuſammen Liv.	S.	d.	Von der ganzen Brutto=Revenüe nach %
1. Au	18,384	17	1	55,990	15	6	
2.	18,748	4	7	68,834	5	5	
3. Be	1,382	8	0	5,361	11	4	
4.	5,624	17	5	14,739	18	3	
5. Fu	7,764	15	4	24,039	17	8	39,6
6. Ko	32,143	17	9	118,060	18	10	
7. Re	705	0	0	3,141	9	8	
8. Au	411	17	3	933	8	5	
9. Au	2,343	14	0	8,378	13	10	
10. U	13,653	6	2	58,317	1	1	8,2
11. A	1,423	13	9	3,741	11	11	
12. K	581	14	0	2,341	10	0	
13. N	3,504	16	8	6,630	19	11	
14 B	1,819	5	7	6.589	7	2	
15. P	2,309	16	2	8,591	17	0	
16. G	450	0	0	1,068	7	5	7
17. M	434	11	10	5,323	11	11	
18. T	5,513	14	3	19,916	13	1	
19. S	579	14	2	1,974	9	1	
20 Be	95	3	4	541	19	5	
21. Z	15,934	12	2	49,236	19	2	45,2
22. D	33,621	0	0	292,274	7	0	
Bru	17,430	19	6	756,029	13	1	100

Selo und Pawlowsk ꝛc.“ (St. Petersberg 1836.) Dieſe Eiſenbahn wird von dem genannten berühmten Mechaniker jetzt ausgeführt.

(Siehe Tabelle A.)

B. Ueberſichts=Tabelle ſämmtlicher Auslagen bei der Lyon=St. Etienne Eiſenbahn.

	Jahr 1834 Fr.	C.	Jahr 1835 Fr.	C.	Zuſammen Fr.	C.	Von der ganzen Brutto=Revenüe nach %
1. Transportkoſten	597583	39	845200	26	1442783	65	
2. Koſten der Zugkraft bei dem Perſonentransporte	155185	50	133067	85	288253	35	
3. Unterhaltungskoſten des Materials	83813	82	296397	17	382210	99	48,0
4. desgleichen der Wagen bei dem Perſonentransporte	13763	55	10256	52	24020	7	
5. Conducteurs	10392	81	9485	19	19878	3	
6. Omnibus von Lyon	18203	—	10048	—	28251	—	
7. Unterhaltungskoſten der Bahn	188150	58	365532	7	553682	65	12,5
8. desgleichen der Brücke de la Mulatière	4703	36	12066	26	16769	62	
9. Adminiſtrationskoſten	93397	95	86140	21	179538	16	
10. desgleichen bei dem Perſonentransporte	9523	54	10350	9	19873	63	
11. Diverſe Auslagen	6087	38	13538	93	19626	31	7,5
12. desgleichen bei dem Perſonentransporte	4866	64	5494	36	10361	—	
13. Indirecte Auflagen	53588	58	49519	26	103107	84	
14. Intereſſen, Disconto, Miethe ꝛc.	2989	42	5797	53	8784	95	
15. Nettogewinn der Actionaire	737381	18	719751	63	1457132	81	32,0
Bruttorevenüe=Summa	1979630	73	2574643	33	4554274	6	100

(Siehe Tabelle C.)

Bevor wir die in der letzten Columne der vorſtehenden Tabellen angeführten Zahlen näher unterſuchen und mit einander vergleichen, wollen wir noch den Verkehr an Reiſenden und Gütern, welcher auf jeder Bahn in den letzten zwei

Jahren ſtatt hatte, zuſammenſtellen. Den Direktionsberichten zufolge, war dieſer Verkehr folgender:

Jahr.	Beförderte Reiſende auf der			Beförderte Güter auf der		
	Mancheſter-Bahn.	Lyoner-Bahn.	Budweiſer-Bahn.	Mancheſter-Bahn.	Lyoner-Bahn.	Budweiſer-Bahn.
1834	458153	171468	2379	Waaren 203123 Tonnen Steinkohlen 96614 „ Summa 299737 T. jede zu 62¹/₁₀ Pud. macht 18613668 Pud.	Waaren, Steinkohlen 330876 Tonnen jede zu 61¹/₁₀ Pud. macht 20216524 Pud.	Salz 265752 öſter. Znt. Waaren 139649 öſter. Zentner Holz 53080 öſter. „ Summa 458481 öſtr. Zt. oder 1569381 Pud.
1835	503928	190377	3887	Waaren 215781 Tonnen Steinkohlen 105171 T. Summa 320952 Tonnen oder 19931119 Pud.	Waaren, Steinkohlen 433179 Tonnen oder 26467237 Pud.	Salz 288192 öſter. Znt. Waaren 175145 öſter. Zentner Holz 41571 öſter. „ Summa 504908 öſtr Zt. oder 1723300 Pud.

Dieſe Tabelle giebt folgende intereſſante Reſultate:

1) Perſonen=Verkehr. Im Jahre 1834 wurden auf der Mancheſter=Bahn 193 Mal, auf der Lyoner=Bahn 72 Mal ſo viel Reiſende, als auf der Budweiſer=Bahn, im Jahre 1835 wurden aber auf der Mancheſter=Bahn 130 Mal und auf der Lyoner=Bahn 49 Mal ſo viel Reiſende, als auf der Budweiſer=Bahn geführt. Im Durchſchnitte der zwei Jahre verhält ſich der Perſonen=Verkehr auf der Mancheſter=Bahn zu dem Verkehr auf der Lyoner=Bahn und zu jenem auf der Budweiſer=Bahn wie die Zahlen 154=58=1.

2) Verkehr an Gütern. Im Jahre 1834 wurden auf der Mancheſter=Bahn 12 Mal, und auf der Lyoner=Bahn 13 Mal, im Jahre 1835 aber auf der Mancheſter=Bahn 12 Mal, und auf der Lyoner=Bahn 15 Mal ſo viel Güter, als auf der Budweiſer=Eiſenbahn transportirt. Im Durchſchnitte der zwei Jahre verhält ſich der Güter=Verkehr auf der Mancheſter=Bahn zu dem Verkehr auf der Lyoner=Bahn und zu jenem auf der Budweiſer=Bahn, wie die Zahlen 12=14=1.

3) Kommen hier noch in nothwendige Betrachtung die Steigungen und die Krümmungen jeder Bahn. Die Liverpool=Mancheſter=Bahn hat in dem Tunnel unterhalb der Stadt Liverpool auf 844 Faden [1]) Lände eine Steigung von 1:48, wo alſo die Wagen mittelſt Seilen durch die feſtſtehende Dampfmaſchienen, (Ausgabenpoſten Nro. 9) aufgezogen werden müſſen, dann kömmt eine Strecke von 1131 Faden mit der Steigung 1:96 und eine gleiche Länge mit dem Gefälle 1:96 vor, in der übrigen Länge hat die Bahn Steigungen oder Gefälle, welche das Verhältniß von 1:880 nicht überſchreiten, folglich als beinahe horizontal angeſehen werden können. Die Krümmungen dieſer Bahn ſind nirgends mit einem kleinen Halbmeſſer als 933 Faden beſchrieben.

Die Lyoner=Bahn hat in ihrer ganzen Länge von St. Etienne bis Lyon ein ziemlich bedeutendes Gefälle,

---

[1]) 1 Faden iſt faſt = 7 rheinl. Fuß.

welches in einer Strecke von 19890 Metres das Verhältniß 1 : 74 hat, die Wagen müſſen ſonach gebremſet werden, und es ſind ſchon mehre Unglücksfälle entſtanden; der kleinſte Krümmungshalbmeſſer bei dieſer Bahn beträgt 100 Metres (47 Faden.)

Die Budweis = Linzer = Bahn wurde in der 9 deutſche Meilen langen Strecke von Budweis bis Leopoldſchlag unter Leitung des Herrn Fr. A. Ritter von Gerſtner erbaut. Nach den von ihm aufgeſtellten Grundſätzen wurde in dieſer ganzen Strecke nirgends eine erſtiegene Höhe verloren, dieſe Strecke in drei Stationen getheilt, in deren jeder die Steigungen beinahe gleich waren; als Maximum der Steigung war aber das Verhältniß 1 : 120, und als Minimum des Krümmungshalbmeſſers die Größe von 100 Wiener Klaftern (89 Faden) beſtimmt. Bei der Fortſetzung des Baues von Leopoldſchlag nach Linz wurden jedoch ganz andere Grundſätze aufgeſtellt, indem einmal die Höhe von 172 engl. Fuß, dann 75 und an einem dritten Orte 60 engl. Fuß erſtiegen wurde; ferner iſt in der Länge von $1^1/_4$ deutſche Meilen die bedeutende Steigung von 1 : 46, endlich an vielen Orten ein Krümmungshalbmeſſer von $13^2/_3$ Faden (15 Wiener Klafter) angenommen worden. Der Erfolg hiervon war auffallend; laut dem Direktionsberichte vom Februar 1830, Seite 25, wurde damals für die Beſpannung der Eiſenbahnwagen kontraktmäßig ein Beitrag von 2 Kreuzer für die 9 Meilen lange Strecke von Leopoldſchlag bis Budweis und 1 Kreuzer von Budweis bis Leopoldſchlag gezahlt; ſeit aber die Bahn auf 18 deutſche Meilen bis Linz verlängert iſt, koſtet die Fracht 5 Mal ſo viel, denn noch im Jahre 1835 wurde für die Beſpannung der Eiſenbahnwagen pro Zentner von Linz bis Budweis $10^{26}/_{100}$ Kreuzer von Budweis bis Linz aber $5^{64}/_{100}$ Kr. bezahlt. Man ſieht hieraus, wie äußerſt wichtig es ſey, bei der Tractirung einer Eiſenbahn von richtigen Grundſätzen auszugehen.

4) Bauart der Bahn. Die Mancheſter = und Lyoner = Bahn haben ſteinerne Brücken und maſſive gewalzte Schienen, während bei der Budweiſer = Bahn in Rückſicht des

Digitized by Google

viel kleinern Verkehrs blos hölzerne Brücken gebaut und Schienen von 2 Zoll Breite, dann $^{1}/_{3}$ Zoll Dicke angekauft und auf hölzerne Unterlagen aufgenagelt wurden.

Mit Berückſichtigung des oben Angeführten, laſſen ſich nun folgende wichtige Reſultate aus den eben drei erwähnten Tabellen ableiten:

I. Die Transportkoſten der Reiſenden und Waaren, nämlich die Koſten des Auf- und Abladens, des Führens auf der Bahn, dann des fundus instructus, betragen bei der Mancheſter-Bahn beinahe 40 Procent, bei der Lyoner- und Budweiſer-Bahn aber 48 Procent der geſammten Brutto-Einnahme. Da nun die Lyoner-Bahn durchaus ein bedeutendes Gefälle hat, wo die Wagen meiſtens von ſelbſt herablaufen, während die Budweiſer-Bahn über ein Gebirge geht, deſſen Höhe einerſeits 1076 engliſche Fuß, anderſeits aber 1507 engliſche Fuß beträgt, ſo zeigt ſich allerdings die Conſtruction der Lyoner-Bahn als ſehr ſchlecht, wie ſchon wiederholt angeführt wurde. Der Unterſchied von 8 Procent zwiſchen der Mancheſter- und Budweiſer-Bahn, rührt außer dem Gebirge, was die letztere zu überſchreiten hat, auch noch von den ſchwächern Schienen der Budweiſer-Bahn her, indem ein Pferd auf denſelben weit weniger führt, als wenn ſie maſſiv wären. Als Reſultat aller dieſer Erfahrungen kann man annehmen, daß die eigentlichen Transportkoſten auf jeder Eiſenbahn mit wenigſtens 40 Procent der Brutto-Einnahme anzuſchlagen ſind. Es iſt einleuchtend, daß die Koſten einen aliquoten Theil der Brutto-Einnahme ausmachen müſſen.

II. Die Conſervationskoſten der ganzen Eiſenbahn ſammt Gebäuden betragen bei der Mancheſter-Bahn $8^{1}/_{5}\%$, bei der Lyoner-Eiſenbahn $12^{1}/_{2}\%$, und bei der Budweiſer-Eiſenbahn $13^{1}/_{5}\%$. Hätte man bei der letztern Bahn maſſive Schienen genommen, ſo wäre der Betrag für Erneuerung der hölzernen Unterlagen weggefallen, und die Conſervationskoſten würden bei der Budweiſer-Bahn nur noch $9^{3}/_{5}\%$ der Brutto-Einnahme betragen.

Digitized by Google

Es iſt inzwiſchen weit angemeſſener, die jährlichen Conſervationskoſten mit dem ganzen Unternehmungs-Kapitale zu vergleichen, weil der eigentliche Bau ſammt Gebäuden den bei weitem größten Theil des ganzen Actien-Kapitals erfordert. Die Mancheſter-Eiſenbahn koſtet 1195156 Liv. 13 Sh. 9 d. [1]), welche verglichen mit der obigen Tabelle A unter Nro. 10 und 11 angeführten Auslagen, die jährlichen Unterhaltungskoſten mit 13 Liv. von jedem 1000 Liv. des Unternehmungsfonds darſtellen. Die Lyoner-Eiſenbahn koſtete die Summe von 14759478 Francs 16 Cent. welche, verglichen mit den auf Tabelle B unter Poſten Nro. 7 und 8 angeführten Auslagen, die jährlichen Unterhaltungskoſten mit 19 Francs von jedem 1000 Francs des Unternehmungsfonds ausweiſen. Die Budweiſer-Bahn koſtete die Summe von 1654322 Gulden 7 Kreuzer C M welche, verglichen mit den, unter den Poſten Nro. 8 bis 15 der Tabelle C angeführten Auslagen blos 13 Gulden von jedem 1000 Gulden des Baufonds ausmachen. Wollte man die Auslage für Holzerneuerung abſchlagen, ſo betragen die jährlichen Unterhaltungskoſten nur noch 9³/₅ Gulden von jedem 1000 Gulden des Baufonds.

Jedermann, welcher nur einige Kenntniſſe vom Bauweſen beſitzt, wird ſich gewiß über dieſe äußerſt unbedeutenden jährlichen Conſervations-Auslagen der Eiſenbahnen verwundern. Bei der Budweiſer-Eiſenbahn wurden laut dem Direktionsberichte vom Februar 1830 in der von Herrn von Gerſtner erbauten, 9 deutſche Meilen langen Strecke 122 naßgemauerte gewölbte Kanäle von 6 bis 24 Fuß Höhe, 75 hölzerne Brücken mit gemauerten Widerlagen von 6 bis 54

---

[1]) Vergleicht man dieſe Summe mit den weiter oben ſpeciell angegebenen Koſten der Liverpooler-Eiſenbahn. ſo wird man einen bedeutenden Unterſchied finden, allein dieß rührt daher, daß hier die Koſten aller Erweiterungen des Unternehmens bis zum Ende des Jahres 1835 aufgeführt worden ſind, oben aber nur die Anlagekoſten der eigentlichen Liverpool-Mancheſter-Bahn bis znm Mai 1830.

Fuß Höhe und 12 bis 72 Fuß Spannung, ferner eine hölzerne Brücke durch den Krumauer Teich von 1284 Fuß Länge, endlich eine 120 Fuß lange Brücke über den Malſch-Fluß erbauet, und außerdem noch 157 kleinere Brücken und Kanäle zum Waſſerablaufe unter der Bahn hergeſtellt; in der Verlängerung der Bahn bis Linz kommen wieder einige Hundert Brücken und Kanäle vor, und doch betragen nach Tabelle C, Poſten Nro. 10, die Reparaturen bei allen dieſen Brücken, Kanälen, Stütz- und Parapetmauern in 34 Monaten nur 3655 Gulden 57 Kreuzer oder in 12 Monaten noch nicht 1300 Gulden. Kann man ſich bei irgend einem Straßenbaue geringere Unterhaltungskoſten denken? Iſt dieſes ziffermäßige Reſultat nicht der ſprechendſte Beweis für die zweckmäßige Bauführung?

Nach allen dieſen Erfahrungen kann man annehmen, daß bei einer von verſtändigen Ingenieurs erbauten Eiſenbahn, die jährlichen Auslagen der Conſervation oder Unterhaltung der ganzen Bahn ſammt Gebäuden höchſtens mit 1½ Procent des ganzen Unternehmungsfonds anzunehmen ſeyen.

III. Die Koſten der Direktion oder Adminiſtration der Unternehmung ſammt allen diverſen Auslagen, alſo die ſämmtlichen Regiekoſten, betragen bei der Mancheſter-Bahn 7%, bei der Lyoner 7½%, und bei der Budweiſer-Bahn 6%. Da in den Auslagen der erſtern zwei Bahnen bedeutendere Steuern oder Taxen, welche an die Krone und an die Armenfonds entrichtet wurden, erſcheinen, ſo läßt ſich, wenn man dieſe Steuern nicht in Anſchlag nimmt, behaupten, daß die ſämmtlchen Regie- und diverſe Auslagen einer Eiſenbahn nicht über ſechs Procent der Brutto-Einnahme betragen. Es leuchtet von ſelbſt ein, daß dieſe Regiekoſten immer einen aliquoten Theil der Bruttorevenüe ausmachen.

IV. Werden die Auslagen für den Transport 1, für die Conſervation (II), dann für die Regie (III) von der geſammten Brutto-Einnahme abgezogen, ſo ergiebt ſich der reine Gewinn der Unternehmung; dieſer beträgt bei der Mancheſter-Bahn 45⅓ Procent der Brutto-Einnahme, bei der

Lyoner-Bahn aber nur 32%, dann bei der Budweiſer-Bahn beinahe 33% der Brutto-Einnahmen. Hätte man bei der Budweiſer-Bahn das Baukapital vermehrt und maſſive Schienen angenommen, ſo daß die, Tabelle C, Poſt Nro. 11 angeführte Auslage für Erneuerung der Holzbahn wegfiele, ſo würde der Gewinn der Unternehmung beinahe 37% der Brutto-Einnahme betragen. Die Urſachen, welche bei der Lyoner-Bahn eine ſo geringe Nettorevenüe geben, ſind lediglich in dem ſchlechten Baue jener Bahn zu ſuchen, wie ſchon früher bemerkt wurde.

Der reine Gewinn der Eiſenbahn-Unternehmungen iſt nicht jederzeit der Dividende der Actionaire gleich. Bei der Mancheſter-Bahn beſteht das Actienkapital in 796875 Liv. Sterl. und die Darlehen in beinahe 400000 Liv. Sterl., welche mit beiläufig 3¾% verzinſet werden. Hiedurch ergiebt ſich eine Dividende, wie man aus Tabelle A Poſten Nro. 22. ſieht, mit 9½ Procent für die Actien. Würde aber das ganze Kapital von ungefähr 1200000 Liv. Sterl. durch Actionaire eingezahlt worden ſeyn, ſo würde die Dividende derſelben nur 7%, nämlich die Summe von Poſten Nro. 21 und 22 betragen; die Aufnahme der Darlehen, welche überdies nicht nach und nach zurückgezahlt werden, ſondern als fortwährende Schuld ſtehen bleiben, iſt alſo für die Actionaire der Mancheſter-Bahn von weſentlichem Vortheile.

Bei der Budweiſer-Bahn iſt der Fall gerade umgekehrt. Der baare Gewinn dieſer Bahn erſcheint Tabelle C Poſten Nro. 22.; der Gewinn aus einem von der Geſellſchaft begonnenen Salzhandel belief ſich nebſtbei, laut den öffentlich bekannt gemachten Direktionsberichten vom

1. März 1833	bis den	31. Dez. 1833	auf	34387 fl.	34 kr.	C. M.
1. Jän. 1834	„ „	31. Dez. 1834	auf	35711 fl.	59 kr.	„ „
1. „ 1835	„ „	31. Dez. 1835	auf	38890 fl.	59 kr.	„ „
Zuſammen alſo in 34 Monaten ſammt dem Gewinn aus der Bahnfracht			auf	234252 fl.	27 kr.	„ „

welche verglichen mit dem, für den Bau ſammt Zugehör

wirklich verwendeten Kapitale pr. 1654322 Gulden 7 Kreuzer gerade 5 Procent betragen. Hätten alſo die erſten Actionaire nicht blos 765200 Gulden C. M., ſondern auch das übrige Kapital eingeſchloſſen, ſo würde jeder Actionair ohne Ausnahme ſeit 3 Jahren eine fünfprocentige Dividende beziehen, obgleich laut Tabelle C Poſten Nro. 20 und 21 jährlich nicht unbedeutende Summen für neue Bauten verwendet werden. Leider haben die Actionaire durch Ereigniſſe, die hier anzuführen zu weitläufig ſein würde, eingeſchüchtert, es vorgezogen, Darlehen unter läſtigen Bedingungen und auf ſo kurze Termine zu machen, daß fortwährend ein bedeutender Theil der Ertrágniſſe zur Verzinſung und Tilgung dieſer Kapitale verwendet wird. Wir glauben, dies wird heute von den verſtändigen Actionairs dieſer Bahn eben ſo bedauert, als daß man bei der Fortſetzung des Baues die oben erwähnten unrichtigen Grundſätze annahm. Erwägt man ferner, wie oben gezeigt wurde, daß der Verkehr an Reiſenden auf dieſer Bahn 154 Mal kleiner und von Gütern 12 Mal kleiner, als auf der Mancheſter-Bahn ſey, daß alſo auf dieſer Bahn ein wirklich ſehr unbedeutender Verkehr ſtattfindet, ſelbe aber dennoch 5% des verwendeten Bau-Kapitals trägt, ſo dient in der That dieſe öſterreichiſche Bahn mehr, als jede andere zum Beweiſe, daß auch bei einem unbedeutenden Verkehr, ſelbſt in gebirgigen Gegenden, die Unternehmung lohnend ſeyn könne, wenn ſie anders mit Sachkenntniß und Thätigkeit geleitet wird.

Vergleichung des Gewinnes einer Eiſenbahn aus der Beförderung von Reiſenden mit dem Gewinne aus dem Transporte von Gütern.

Da die Eiſenbahn von St. Petersburg nach Zarskoe-Selo und Pawlowsk vorzüglich auf den Verkehr von Reiſenden begründet wird, ſo iſt es von beſonderer Wichtigkeit, das Verhältniß zu kennen, in welchem der Gewinn aus dem Per-

ſonenverkehr zu jenem aus dem Gütertransport ſteht. Dies können wir am Genaueſten aus den Rechnungen der Mancheſter- und Lyoner-Eiſenbahn ſehen, die Budweiſer-Eiſenbahn kann hier nicht in Anſchlag kommen, weil dort der Perſonenverkehr gar zu unbedeutend iſt. Sämmtliche Auslagen, welche bei der Liverpool-Mancheſter-Bahn in den 4 Jahren vom 1. Jänner 1832 bis letzten Dezember 1835 ſtatt hatten, laſſen ſich auf folgende Weiſe in Auslagen für den Perſonen- und Gütertransport zertheilen:

	Perſonen-Transport.			Güter-Transport.		
	Liv. St.	Sh.	d.	Liv. St.	Sh.	d.
Bruttorevenue . . .	413,379	12	4	342,650	0	9
Auslagen						
Gemäß Tab. A Poſt Nro. 1 und 3. . .	61,352	6	10			
Gemäß Tab. A Poſt Nro. 2, 4 und 5.	—	—	—	107,614	1	4
Gemäß Tab. A Poſt Nro. 13	655	18	11	5,975	1	0
Werden die übrigen Auslagen von 238,920 Liv. 18 Sh. 10 d. Bruttorevenue reparirt, ſo entfallen für den . . .	130,636	8	11	108,284	9	11
Summa der Auslagen	192,644	14	8	221,873	12	3
Es ergiebt ſich alſo die Nettorevenue für den	220,734	17	8	120,776	8	6
	oder 53,4% der Bruttorevenue.			oder 35,2% der Bruttorevenue.		

Bei der Lyoner-Eiſenbahn wurden die Auslagen für das Jahr 1834 nicht genau zwiſchen dem Perſonen- und Gütertransporte abgeſchieden; wir können ſelbe daher nur für das zweite Jahr, nämlich für die Zeit vom 1. November 1834 bis letzten Dezember 1835 zuſammenſtellen, und wir erhalten:

	Perſonen=Transport Francs.	Cent.	Güter=Transport. Francs.	Cent.
Haupt=Bruttorevenue . . .	492,360	65	1,932,680	19
Wird die übrige Bruttorevenue von 149,602 Francs 19 Cent. nach dem Verhältniſſe der Haupt=Bruttorevenue repartirt, ſo entfällt für den	30,374	19	119,228	—
Geſammte Bruttorevenue . .	522,734	81	2,051,908	49
Auslagen				
Nach Tabelle B Poſt Nro. 2, 4, 5, 6, 10, 12 und 13 . .	228,221	27	—	—
Nach Tabelle B Poſt Nro. 1, 3, 9 und 11	—	—	1,243,276	57
Werden die übrigen Auslagen von 383,393 Francs 86 Cent. nach Verhältniß der geſammten Bruttorevenue repartirt, ſo entfallen für den	77,841	20	305,552	66
Summa der Auslagen . .	306,672	37	1,548,829	23
Es ergiebt ſich alſo die Nettorevenüe für den . . .	216,672	37	503,079	26
	oder 41,4% der Brutto=Revenüe.		oder 24,5% der Brutto=Revenüe.	

Dieſe Tabellen zeigen, daß bei der Mancheſter=Bahn der Nettogewinn bei dem Perſonentransport über 53% und bei der Lyoner=Bahn über 41% der Bruttoeinnahme betrage. Der Unterſchied von 12% liegt theils in der Solidität des Baues, theils in der weit größern Anzahl der Reiſenden, welche die Mancheſter=Bahn befahren. Bei dem Gütertransport auf der Mancheſter=Bahn beträgt dagegen der reine Gewinn etwas über 35%, bei der Lyoner=Bahn aber nur 24½% der Bruttoeinnahme. Der Unterſchied liegt vorzüglich wieder in der ſchlechtern Ausführung der Lyoner=Bahn.

Digitized by Google

Werden die Reſultate der vorſtehenden zwei Tabellen zuſammengeſtellt, ſo erhalten wir folgende Ueberſicht.

	Anzahl der transportirten		Nettorevenüe von				Verhältniß der Nettorevenüe eines Reiſenden zu der eines Puds Güter.
	Reiſenden.	Pud Güter.	allen Reiſenden.	ſämmtlichen Gütern.	einem Reiſenden.	einem Pud Güter.	
1832 bis incl. 1835 Mancheſter-Bahn.	1,705,518	69,908,516	Liv. Sh. d. 220734 17 8	Liv. Sh. d. 120776 8 6	31 d.	$\frac{2}{5}$ d.	77 : 1
1835 Lyoner-Bahn.	190,377	26,476,237	Fr. C. 216,672 37	Fr. C. 503,079 26	114 C.	$1\frac{4}{5}$ C.	63 : 1 Mittleres Verhältniß 70 : 1

Hieraus erſehen wir das äußerſt wichtige Reſultat, daß bei einer Eiſenbahn der reine Gewinn aus der Beförderung eines Reiſenden eben ſo groß ſey, als der Gewinn aus dem Transport von 70 Pud [1]) Gütern. Man darf aber ja nicht der Meinung ſeyn, daß dieß Verhältniß nur ſtattfindet, wenn die meiſten transportirten Güter nur von geringem Werthe ſind, folglich einen unbedeutenden Frachtlohn zahlen; denn gerade bei der Mancheſter-Bahn, wo das Verhältniß 1: 77 als Reſultat der vierjährigen Bahnbenutzung ſtattfindet, wurden in dieſer Zeit von Waaren, nämlich rohe Baumwolle, Twiſte, Manufaktur- und andere Waaren 773,051 Tonnen von Steinkohlen aber nur 352,690 Tonnen, folglich über 2 Mal ſo viel Waaren, als Steinkohlen transportirt. Bei der Lyoner-Bahn werden zwar meiſtens Steinkohlen transportirt, allein das Verhältniß 1: 63 iſt nur aus der Benutzung eines Jahres abgeleitet, wir können alſo bei dem Verhältniß 1: 77 oder 1: 70 mit voller Sicherheit ſtehen bleiben.

Aus dieſem merkwürdigen Reſultate ſehen wir, daß die Unternehmung von Eiſenbahnen vorzüglich nur in jenen Gegenden vortheilhaft ſey, wo ein ſehr lebhafter Perſonenverkehr ſtattfindet; dagegen werden ſich Eiſenbahnen in Gegenden, wo blos Güter transportirt werden, nicht ſo gut rentiren. Sind dieſe Güter von geringerem Werthe, ſo daß ihr Frachtlohn nicht viel betragen darf, ſo wird ſelbſt ein ſehr bedeutendes Frachtquantum dieſer Güter nicht jenen reinen Nutzen geben, welchen eine viel geringere Anzahl Reiſender abwirft. Dieſe Anſicht, welche ganz aus der in Ziffern ausgeſprochenen Erfahrung entlehnt iſt, zeigt, daß von den vielen gegenwärtig in allen Gegenden der Welt, theils ſchon im Baue begriffenen, theils projectirten Eiſenbahnen allerdings jene einen reichlichen Gewinn geben können, wo ein hinlänglicher Verkehr von Reiſenden vorhanden iſt, übri-

[1]) Pud = 34,2 Cölln. Pfunde.

gens aber der Bau nach richtigen Grundſätzen geleitet wird. Von den projectirten Eiſenbahnen in Deutſchland und in Nordamerika werden ſich alſo gewiß viele gut verzinſen, denn die Reiſeluſt nimmt dort in einer ungemein ſteigenden Proportion zu. Es iſt bekannt, daß in den vereinigten Staaten und zwar vorzüglich in Penſylvanien und New = York die Reiſeluſt ſo weit gediehen ſey, daß beinahe jede Familie von einigem Wohlſtande mehrere Wochen des Jahres auf Reiſen zubringt; hierdurch erklärt ſich nun ganz richtig die bedeutende Zahl der dort unternommenen Eiſenbahnbauten.

Da bei der Mancheſter=Bahn ein Reiſender denſelben Gewinn für die Actionaire wie 77 Pud Waare giebt, ſo folgt, daß in dieſer Hinſicht die im Jahre 1834 beförderten 503,928 Reiſende einem Quantum von 38,802,456 Pud Gütern gleich kommen, daß alſo die Actiengeſellſchaft aus einem Geſammttransporte von 58,733,575 Pud Gütern blos denſelben reinen Nutzen gezogen hätte, welchen ſie in demſelben Jahre aus der Beförderung von 503,928 Reiſenden und 19,931,119 Pud Gütern wirklich erhielt.

Vierzehntes Kapitel.

Allgemeine Regeln für Eiſenbahn=Anlagen.[1])

Nicht lange nach der Vollendung der Eiſenbahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter, entſtanden Zweifel über den endlichen Erfolg derſelben, als einer auf den Handelsverkehr berechneten Unternehmung, und noch jetzt, nachdem die Bahn

[1]) Entlehnt aus Lardner's ſchon erwähntem Dampfmaſchinenwerk, S. 278 ꝛc.

bereits einige Jahre befahren iſt, haben bedenkliche Menſchen noch kein feſtes Vertrauen auf die Dauer der Vortheile, welche ſie gewährt. Es wurde ſelbſt von vielen wiſſenſchaftlich gebildeten Männern lange bezweifelt, ob es möglich ſeyn würde, mit der zu Anfange des Unternehmens bewirkten unerhörten Geſchwindigkeit eine regelmäßige Fortſchaffung von Gütern und Perſonen zu unterhalten, und nachdem dieſe Möglichkeit einige Jahre lang durch regelmäßige Benutzung der Bahn war erwieſen worden, bezweifelten Manche noch immer, ob es ausführbar ſeyn würde, bei jener Geſchwindigkeit die Unternehmung dauernd nützlich zu machen, was Andere geradezu läugneten. Die Vorſteher der Actiengeſellſchaft haben die zahlreichen Schwierigkeiten, die beſiegt werden mußten, und den ungeheuren Aufwand für die Dampfwagen in ihren halbjährigen Berichten offen eingeſtanden. Manche, die bei Kanälen und anderen Mitbewerbungen der Eiſenbahnen betheiligt waren, ſchrieben die Dividenden gewiſſen Vorkehrungen der Vorſteher zu, und behaupten, daß ſie, wenn ſie den Gewinn zu theilen ſchienen, in der That ihr Kapital theilten. Dieſe Täuſchung konnte indeß nicht lange fortdauern. Die unterbrochene Bezahlung einer halbjährigen Dividende von 4½ Procent ſeit der Eröffnung der Bahn, und der bereits vorhandene Anfang eines Reſervefonds von anſehnlichem Betrage, wie das Steigen der Actien über 100 Procent, haben ſelbſt diejenigen, die für Gründe unempfänglich ſind, zur Ueberzeugung gebracht, und die öffentliche Meinung, die anfänglich gegen die Eiſenbahnen war, hat ſich ſo leidenſchaftlich für dieſelben erklärt, daß diejenigen, zu deren Beruf ſolche Unterſuchungen gehören, verpflichtet ſind, den Eifer des Publikums eher in gehörigen Grenzen zu halten, als ihn noch mehr anzuregen.

Die Entwürfe zu großen Eiſenbahnen für die Beförderung des innern Verkehrs, welche bereits angekündigt ſind, würden bedeutende Geldmittel verlangen, wenn ſie ausgeführt werden ſollten. Bedenken wir, daß der Voranſchlag immer geringer iſt, als das wirklich erforderliche Anlage-Kapital,

Digitized by Google

ſo werden wir vielleicht keine übertriebene Schätzung machen, wenn wir die nöthige Summe zu 50 Millionen Pfund Sterling rechnen. Die Größe dieſes Betrags hat bei Manchen die Beſorgniß erregt, daß die Verwendung eines ſo anſehnlichen Kapitals auf dieſe Unternehmungen dem Intereſſe des Handels nachtheilig werden könnte. Man ſollte jedoch erwägen, daß, ſelbſt wenn alle entworfene Pläne endlich ausgeführt würden, doch bis zur Vollendung dieſer Werke vielleicht eine Zeit von wenigſtens fünfzehn bis zwanzig Jahren verfließen möchte, und das erforderliche Kapital nicht auf einmal, ſondern nach und nach in einzelnen kleinen Zahlungen verlangt wird. Selbſt wenn es wahr wäre, daß die zur Ausführung jener Entwürfe nöthigen Geldmittel anderen gewerblichen Zwecken entzogen würden, ſo würde doch die veränderte Verwendung ſo langſam geſchehen, daß ſie keine wirklichen Nachtheile herbeiführen könnte. Es iſt aber gar nicht wahrſcheinlich, daß irgend eine ſolche Ableitung von Geldmitteln nöthig ſeyn werde. Handel und Fabriken ſind in den britiſchen Inſeln in einem ungemein blühenden Zuſtande, und die jährliche Anhäufung des Kapitals iſt ſo bedeutend, daß die Schwierigkeit wahrſcheinlich nicht darin liegen möchte, Geldmittel für nutzbare Anlagen, ſondern darin, nutzbare Anlagen für das zunehmende Kapital zu finden. In Mancheſter allein ſoll die jährliche Zunahme des Kapitals nicht weniger als 3 Millionen Pfund Sterling betragen. In fünfzehn Jahren wird daher auf dieſem Handelsplatze allein der geſammte Geldbetrag für die Vollendung aller entworfenen Eiſenbahnen zn finden ſeyn, ohne anderen gewerblichen Unternehmnngen Kapital zu entziehen.

Die bequeme Gelegenheit, welche die Actienvereine zur Anlegung ſelbſt eines ſehr kleinen Kapitals darbieten, die Lockung, die in der Ausſicht auf einen bedeutenden Gewinn liegt, und die geringen Zinſen, welche die Staatsſchuldſcheine geben, haben ſehr viele, große und kleine Kapitaliſten gereizt, Actien zu kaufen, mit der Abſicht, ſie zu behalten. Dagegen giebt es aber auch ſehr viele Spekulanten, welche

Digitized by Google

auf eine große Anzahl von Actien unterzeichnet haben, ohne die mindeſte Abſicht, ja ohne auch nur im Stande zu ſeyn, den Betrag derſelben zu bezahlen. Der Verluſt, den Leute dieſer Art erleiden können, möchte wenig Midleid erwecken, wenn nicht die nachtheiligen Folgen zu bedenken wären, welche für die ernſtlichen Käufer entſtehen müßten, wenn eine ungünſtige Wendung einträte und der Markt mit den Actien jener waghalſigen Spekulanten überſchwemmt würde, die nur kaufen, um wieder zu verkaufen. Es wird daher für diejenigen, die wirklich die Abſicht haben, ihr Geld in Unternehmungen dieſer Art anzulegen, nicht ohne Nutzen ſeyn, wenn wir beſtimmt uud faßlich die Hauptumſtände darlegen, von welchen die nutzbare Wirkſamkeit der Eiſenbahnen abhängig iſt, um ſie in Stand zu ſetzen, einigermaßen eine begründete Vermuthung über die Vortheile, welche die verſchiedenen Plane verſprechen, ſich zu bilden. Wir wollen unſere Angaben nur auf einfache Thatſachen und Ergebniſſe ſtützen, die weder abgeläugnet, noch beſtritten werden können, und es meiſt andern überlaſſen, die Folgerungen daraus zu ziehen, wozu ſie führen.

Diejenigen, die ſich in Eiſenbahn-Unternehmungen einlaſſen wollen, müſſen, wie ſchon wiederholt in dem Werke bemerkt worden iſt, erſtens eine Ueberſicht der Steigungen ſich verſchaffen, oder eine genaue Angabe von allen Anhöhen der Bahnlinie von einem Endpunkte bis zum andern, wobei beſtimmt iſt, um wie viel eine geneigte Ebene auf einer beſtimmten Strecke, z. B. von 300 Fuß ſteigt und fällt, und wie lang ſie iſt. Auch würde es zweitens nützlich ſeyn, die Länge der Halbmeſſer der verſchiedenen Krümmungen der Bahn, wie auch die Länge der Krümmungen ſelbſt zu kennen. Es iſt drittens eine Ueberſicht des Verkehrs nöthig, der in einer gegebenen Zeit auf der Heerſtraße zwiſchen den durch eine Eiſenbahn zu verbindenden Endpunkten ſtattgefunden hat, wobei die Zahl der die Straße befahrenden Poſtkutſchen und die durchſchnittliche Zahl der Perſonen, welche ſie fortſchaffen, angegeben werden muß. Auch iſt eine Angabe des

Digitized by Google

Betrags der fortgeſchaften Waaren nöthig, wiewohl dieſer Punkt von geringerer Wichtigkeit iſt. Endlich muß man viertens auf die Waſſerverbindung zwiſchen den Endpunkten der künftigen Bahn ein Augenmerk richten und den Betrag, der auf ſolchen Wegen fortgeſchafften Ladungen brachten.

Hat man ſich über dieſen Punkt unterrichtet, ſo möchten die Grundſätze, die wir aufſtellen wollen, nützlich gefunden werden.

I.

Keine Eiſenbahn kann Vortheil bringen, wenn ſie nicht einen anſehnlichen Perſonenverkehr hat. Güter, Waaren, Ackerbau-Erzeugniſſe und andere Ladungen müſſen nur als Gegenſtände von untergeordneter Wichtigkeit betrachtet werden.

II.

Eine wahrſcheinliche Schätzung des Perſonenverkehrs, der ſich auf einer Eiſenbahn erwarten läßt, erhält man, wenn man die Durchſchnittszahl der Reiſenden in den letzten drei Jahren auf der Heerſtraße in doppeltem Verhältniſſe annimmt.

Die tägliche Durchſchnittszahl der Reiſenden zwiſchen Liverpool und Mancheſter, vor der Anlegung der Eiſenbahn, war gegen 450, jetzt aber iſt die Durchſchnittszahl über 1300. Auf der kurzen, im Jahre 1834 eröffneten Eiſenbahn zwiſchen Dublin und Kingstown, die nicht viel über eine deutſche Meile lange iſt, hat die Zahl der Reiſenden ungefähr in gleichem Verhältniſſe zugenommen.

III.

Perſonen werden in England mit Vortheil auf Kanälen fortgeſchafft, und zwar mit einer Geſchwindigkeit, die nicht zwei deutſche Meilen in einer Stunde überſteigt, mit Ausſchluß der Zögerungen bei Schleuſen, gegen einen Fahrpreis von einem Penny (8 Pfenningen) für jeden Reiſenden auf eine engliſche Meile. Auf der Bahn zwiſchen Liverpool und

Digitized by Google

Mancheſter rechnet man im Durchſchnitt auf den Kopf für jede Meile ungefähr 1⅘ Penny, bei einer Geſchwindigkeit von 20 engliſchen oder ungefähr 4½ deutſchen Meilen in einer Stunde.

Reiſende mit einer Geſchwindigkeit von 10 engliſchen Meilen in einer Stunde auf einer Eiſenbahn fortzuſchaffen, würde nicht viel weniger koſten, als die größere Geſchwindigkeit von 20 Meilen in einer Stunde, ſo daß eine Eiſenbahn nicht gleiche Bedingungen mit einem Kanal gewähren könnte, wenn die Geſchwindigkeit gleich wäre.

IV.

Bei einem Fahrpreiſe von 1⅘ Penny auf den Kopf für die Meile, iſt der Gewinn auf der Mancheſter-Bahn 100 Procent.

V.

Güter können auf Kanälen vortheilhaft gegen geringere Fracht fortgeſchafft werden, als auf Eiſenbahnen, doch iſt die Geſchwindigkeit für Güter auf Kanälen nur ⅛ der Geſchwindigkeit auf der Eiſenbahn.

VI.

Auf der Bahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter beträgt die Fracht für Güter 3 Pence und 3 Farthings (gegen 2 Gutegroſchen 3 Pfenninge) für die Tonne auf die Meile, mit einem Gewinn von etwa 40 Procent, da zwiſchen beiden Endpunkten auch eine Kanalverbindung beſteht.

VII.

Eine lange Eiſenbahn kann mit verhältnißmäßig geringerem Aufwande befahren werden, als eine kurze.

VIII.

Dampfmaſchinen arbeiten mit der größten Wirkſamkeit und dem geringſten Aufwande, wenn der Widerſtand, den

ſie zu überwinden haben, vollkommen gleichförmig und unveränderlich iſt.

IX.

Die Veränderung des Widerſtandes auf Eiſenbahnen iſt erſtens von Steigungen, zweitens von Krümmungen abhängig.

Unter Krümmungen verſteht man überhaupt Abweichungen von der Richtung der Bahn zur Rechten oder zur Linken. Die Richtung einer Eiſenbahn kann ſich nicht plötzlich in einem Winkel verändern, ſondern muß allmählig in einer Krümmung (Curve) bewirkt werden. Iſt die Curve, wie gewöhnlich, der Bogen eines Kreiſes, ſo iſt der Halbmeſſer der Curve die Entfernung des Mittelpunktes des Kreiſes von der Curve. Dieſer Halbmeſſer iſt ein wichtiges Element in der Schätzung einer Bahn.

X.

Je mehr eine Eiſenbahn ſich einer vollkommnen Ebene nähert und je gerader ſie iſt, deſto vortheilhafter läßt ſie ſich benutzen.

XI.

Der Geſammtbetrag mechaniſcher Kraft, der erforderlich iſt, eine gegebene Laſt von einem Endpunkte der Eiſenbahn bis zum andern zu ſchaffen, iſt leicht und genau zu berechnen, wenn die Steigungen und Krümmungen bekannt ſind, und die Vorzüge verſchiedener Bahnlinien laſſen ſich dann in dieſer Beziehung mit einander vergleichen; es iſt jedoch nicht die einzige Probe, die hier in Anwendung kommen muß.

XII.

Eine Eiſenbahn, deren Steigungen über 17 Fuß in einer engliſchen Meile oder über 1 Fuß in 300 betragen, verlangt mehr mechaniſche Kraft, ſie zu befahren, als wenn ſie vollkommen eben wäre, und je mehr ſolcher hohen Steigun-

Digitized by Google

gungen auf einer Bahn vorkommen und je ſteiler ſie ſind, deſto größer iſt dieſer Nachtheil.

XIII.

Verlangt auch eine Eiſenbahn, die keine Steigungen von mehr als 1 Fuß in 300 hat, nicht mehr mechaniſche Kraft, als eine Ebene, ſo wird doch die mechaniſche Kraft, die ſie fordert, nicht ſo vortheilhaft verwendet werden, und daher nicht ſo wohlfeil ſeyn.

XIV.

Eine Eiſenbahn, die Steigungen von mehr, als 1 Fuß in 170 (oder 30 Fuß in einer engliſchen Meile) hat, verlangt für ſolche Steigungen Hülfs-Dampfwagen, die mit einer Kraftverſchwendung und nach Verhältniß der Anzahl und Länge ſolcher Steigungen mit einer größeren oder geringeren Vermehrung des Aufwandes verbunden ſind.

XV.

Auf einer ſehr langen geneigten Ebene kann nicht ohne großen Anfwand ein Hülfs-Dampfwagen angewendet werden, und daher müſſen Steigungen über 1 Fuß in 300 nur kurz ſeyn.

XVI.

Steigungen über 1 Fuß in 100 können nur mit Hülfe von ſtehenden Dampfmaſchinen und Zugſeilen vortheilhaft benutzt werden, aber dieſes Hülfsmittel iſt mit ſo vielen Nachtheilen verbunden, daß es bei ſtarkem Perſonenverkehr kaum anwendbar iſt.

XVII.

Steile Steigungen, wenn ſie von den Endpunkten einer Bahnlinie abfallen, ſind zuläſſig, vorausgeſetzt, daß ſie kurz ſind.

XVIII.

Die Wirkung der Steigungen auf die Vermehrung des Widerſtandes bei dem Hinauffahren läßt ſich ermeſſen, wenn

Digitized by Google

man erwägt, daß bei einer Steigung von 1 Fuß in 300 der Widerſtand doppelt ſo groß iſt, als auf der Ebene, bei 1 Fuß in 170 dreimal ſo groß, und bei einer Steigung von 1 Fuß in 600 um die Hälfte größer.

XIX.

Bei der auf Eiſenbahnen jetzt erreichbaren Geſchwindigkeit ſollte man Krümmungen vermeiden, deren Halbmeſſer kürzer als 5000 Fuß iſt. Es laſſen ſich Mittel zur Verminderung des Widerſtandes finden, aber durch die Nachläſſigkeit der Wagenlenker können ſie doch immer gefährlich werden. In der Nähe der Endpunkte einer Bahn iſt gegen Krümmungen nichts einzuwenden.

XX.

Am nachtheiligſten iſt eine Krümmung am Fuße einer geneigten Ebene, wegen der Geſchwindigkeit, welche der Wagenzug bei dem Hinabfahren erlangt, und weil es zuweilen unmöglich iſt, ihn zu hemmen.

XXI.

In dem Verhältniſſe als die Geſchwindigkeit der Dampfwagen durch die Verbeſſerungen, welche ſie wahrſcheinlich erhalten werden, ſich vermehren wird, werden die mit Krümmungen verbundenen Nachtheile und Gefahren zunehmen.

XXII.

Die Schwierigkeit, die mit einem langen Tunnel verbunden iſt, entſteht daraus, daß durch die Verbrennung der Kohlen die reine Lebensluft verderbt wird. Ein Tunnel auf einer ebenen Bahn ſollte daher 25 bis 30 Fuß hoch ſeyn und durch Schachte oder andere Vorkehrungen gelüftet werden.

XXIII.

Der Uebergang aus dem Lichte in die Dunkelheit, der unangenehme Einfluß der Feuchtigkeit und im Sommer der

Digitized by Google

Wechſel einer warmen Luft mit einer kalten, werden immer Einwendungen gegen einen langen Tunnel auf einer, für einen bedeutenden Perſonenverkehr beſtimmten Bahn ſeyn.

XXIV.

Alle Einwendungen gegen einen Tunnel werden verſtärkt, wenn er auf einer Anhöhe iſt. Die Lebensluft wird bei dem Hinauffahren in demſelben Verhältniſſe mehr verderbt werden, als die bewegende Kraft verſtärkt wird. Hat die Anhöhe eine Steigung von 1 Fuß in 300, ſo wird die Luft zweimal ſo verdorben ſeyn, als auf einer Ebene, bei einer Steigung von 1 Fuß in 150 dreimal, bei 1 in 100 viermal ſo verdorben.

XXV.

Verlangt eine gebieteriſche Nothwendigkeit, auf einer Anhöhe einen Tunnel anzulegen, ſo muß er größer ſeyn und mehr Vorkehrungen zur Lüftung haben, als auf einer Ebene, in demſelben Verhältniſſe als der auf einer Anhöhe hervorgebrachte Widerſtand größer iſt, als der Widerſtand auf einer Ebene.

XXVI.

Ein Tunnel ſollte in Zwiſchenräumen, die nicht größer als 600 Fuß ſind, durch Schächte Lüftung erhalten.

XXVII.

Während ein Wagenzug durch einen Tunnel fährt, können Schächte keine wirkſame Lüftung geben. Die Maſchine läßt die unreine Luft, die ſie erzeugt, hinter ſich, und die Reiſenden werden von derſelben umgeben, ehe ſie durch die Schacht entweichen kann. Man kann jedoch den Tunnel ſo groß machen, daß alle daraus entſtehenden nachtheiligen Folgen verhütet werden.

XXVIII.

Ein Tunnel auf einer Ebene, der nicht über 1700 Fuß lang iſt, möchte ohne Nachtheile ſeyn, aber ein Tunnel von

Digitized by Google

gleicher Länge auf einer Anhöhe würde größere Nachtheile haben.

Es iſt im Allgemeinen zu bemerken, daß wir noch nicht viele, ja faſt gar keine Erfahrungen über die Wirkung eines Tunnels auf Eiſenbahnen haben, wo ein bedeutender Perſonenverkehr ſtattfindet. Die Eiſenbahn zwiſchen Leiceſter und Swannigton, die meiſt nur durch Kohlenfuhren aus den nahen Gruben und von den Bewohnern der umliegenden Dörfer benutzt wird, hat einen Tunnel, der auf einer beinahe vollkommenen Ebene gegen 5000 Fuß lang iſt und durch acht Schächte gelüftet wird. Dr. Lardner hat ihn oft auf einem Dampfwagen befahren, und ſelbſt in einem verſchloſſenen Wagen war die Beſchwerde ſo groß, daß ſie auf einer Bahn, wo ein ſtarker Perſonenverkehr wäre, ganz unerträglich ſeyn würde. Auf dieſer Bahn werden Kohlen, nicht Koaks gebraucht, und es wird daher ein Rauch erzeugt, der weit unangenehmer iſt, als die durch Verbrennung von Koaks erzeugten Gaſe. Die Eiſenbahn zwiſchen Leeds und Selby hat einen Tunnel auf einer beinahe ganz ebenen Linie, der gegen 2100 Fuß lang, 22 Fuß breit, 17 Fuß hoch iſt, und durch 3 Schachte gelüftet wird, die 10 Fuß im Durchmeſſer haben und 60 Fuß hoch ſind. Die Bahn wird täglich von 400 Reiſenden befahren, die bei der Fahrt durch den Tunnel nicht über Beſchwerden klagen. Man feuert auf dieſer Bahn die Dampfwagen mit Koaks.

Schließlich faſſen wir nun noch mit wenigen Worten zuſammen, wofür Eiſenbahn-Unternehmer und Actionairs bei der Vorausberechnung des Erfolges ihrer Unternehmungen ſich zu hüten haben dürften, um in ihren Erwartungen nicht getäuſcht zu werden und nicht in die Gefahr des Verluſtes groſer Summen zu gerathen, und was ſie beſorgen zu laſſen haben dürften, um des Erfolges möglichſt gewiß zu ſeyn.[1])

---

[1]) Entlehnt aus dem ſchon oft citirten Crelle'ſchen Werkchen.

Zu hüten dürfte man ſich haben vor allen bloß allgemein vergleichenden Schlüßen von vorhandenen Eiſenbahnen auch neu zu etablirende, ſowohl in Rückſicht der Anlagekoſten, als der Transportkraft, ſey es nach dem Maaßſtabe der Frequenz oder des Verhältniſſes der Transportkraft auf horizontalen Eiſenbahnen und Chauſſeen. Dergleichen allgemeine Schätzungen haben nicht die geringſte Gewißheit und das Reſultat kann ſehr weit von der Wirklichkeit abweichen, nicht bloß um 10 oder 20 Procent, ſondern um 100 Procent und noch mehr. Es kann, wie wir ſchon im Anfange dieſes Werks bemerkt haben, ſich ereignen, daß ſtatt der 5 oder 6 Procent reinen Ertrages, welchen die Schätzung ergiebt, am Ende die Hälfte, und noch weniger herauskommt; auch kann der umgekehrte Fall ſtattfinden. Es kann ſeyn, daß eine Eiſenbahn, als Privatunternehmen ſogar nicht vortheilhafter iſt, als eine Chauſſee an derſelben Stelle; und es kann auch ſeyn, daß ſie 10 Mal mehr einbringt, während die blos allgemeine Schätzung vielleicht irgend ein Mittel von beiden angiebt. Die Unſicherheit der Ermittelung der Koſten ſowohl, als des Ertrages, durch blos vergleichende Schätzungen, iſt bei Eiſenbahnen faſt nicht minder groß, als bei Kanälen; und wenn es nun geſchieht, daß ſtatt 5 und 6 Procent nur 2 bis 3 Procent gewonnen werden, ſo iſt das ſchon nichts anders, als der Verluſt der Hälfte des Anlage-Kapitals; ergiebt ſich aber ein ſolches Reſultat etwa ſchon vor der Vollendung des Werks mit einiger Gewißheit, ſo kann die Folge ſeyn, daß das Werk, der ungünſtigen Ausſicht wegen, unvollendet bleibt, und dann kann der Einfluß an Kapitalien ganz verloren gehen.

Ferner möge man ſich hüten vor einer unzureichenden wiederum blos nur aus allgemeinen Schätzungen entnommenen, oder auch wohl von unrichtigen Anſichten ausgehenden Wahl der Transportkraft, der Pferde- oder Dampfkraft. Auch hier kann der wirkliche Erfolg wiederum ſehr von den Erwartungen abweichen und es können große Summen verloren gehen.

Sodann hüte man ſich vor ſcheinbaren Erſparungen, die in der Wirklichkeit keinen Gewinn bringen, eben ſo ſehr, wie vor Verſchwendung von Ueberflüſſigem und Unnöthigem. Denn blos ſcheinbare Erſparungen ſind öfters gerade die allerſchlimmſte Verſchwendung. Dahin können, wie oben auseinandergeſetzt, hölzerne, blos mit Eiſen plattirte Bahnen gehören. Aus dem Gemeinplatze: Holz ſey wohlfeiler, als Eiſen, der unter Umſtänden etwas ganz Richtiges ausdrücken kann, folgt noch keineswegs ohne Weiteres, daß auch eine eiſenplattirte Schienenſtraße wirklich wohlfeiler ſey, als eine maſſive Eiſenbahn. Auch eine hölzerne Brücke z. B. iſt, den erſten Anlagekoſten nach, faſt immer wohlfeiler, als eine ſteinerne; gleichwohl iſt es noch keineswegs mit Rückſicht auf die Dauer und die Folgezeit wirklich. Wäre es ſo, ſo würde man faſt nirgends ſteinerne Brücken ſehen; und gleichwohl baut man dergleichen, und mit Recht, und ſelbſt blos aus wahrer, richtiger Oekonomie. Es gehört ferner dahin, die zu weit gehende Erſparung an der Stärke der Schienen und der Unterſtützung derſelben. Auch dieſe Erſparung kann größere Verluſte zur Folge haben, als mit der Erſparung im Verhältniſſe ſtehen. Die Liverpooler-Bahn giebt ein redendes Beiſpiel davon. Vorzüglich gehört auch noch dahin die Verſtärkung der Abhänge der Bahn, oder eine zu wellenförmige Profillinie derſelben, um vielleicht an der Länge der Bahn, oder an den Damm-Arbeiten zu erſparen. Dieſe Erſparung kann die verderblichſte von allen ſeyn; ein verhältnißmäßig geringer Gewinn kann hier eine ungemeine Erhöhung der Transportkoſten zur Folge haben, die dann für alle Zeiten bleibt und wie eine ſchwere Steuer auf der Unternehmung laſtet. Aber auch das Ueberflüſſige und die Verſchwendung, vielleicht nicht aus Abſicht, ſondern aus Mangel an Uebung und Ueberſicht des techniſchen Projectgebers, liegt hier ſehr nahe. Insbeſondere die vortheilhafteſte Linie einer Straße im Grundriß und im Profil zu finden, iſt, gleichwie bei Chauſſeen, ſo auch bei Eiſenbahnen, und bei dieſem noch in weit höherem Grade, eine der ſchwierigſten

Aufgaben des Straſsenbaues. Die Conſtruktion einer Eiſenbahn, eben wie das Steinpacken bei der Chauſſee, kann Jeder bald faſſen; es iſt am Ende beinahe nur Sache jedes gewöhnlichen Arbeiters; aber die richtige Wahl der Linie der Straſse iſt ſchon ausſchlieſslich die Aufgabe des Ingenieurs, und vom Nichttechniker in der Regel durchaus nicht zu löſen. Trifft Letzterer das Richtige, ſo iſt es bloſser Zufall. Auch der bloſse Theoretiker wird die Aufgabe ſchwer richtig löſen; denn alles Kreuz- und Quermeſſen und Nivelliren, was viel Geld und viel verlorene Zeit koſten kann, hilft nicht ſo viel, als der Blick eines praktiſchen Technikers. Hier alſo hüte man ſich, dieſe Hauptaufgabe, anſtatt einem Baumeiſter mit geübtem Auge und mathematiſchem Sinne, einem Nichttechniker oder auch einem bloſsen Theoretiker zu übertragen. Die Aufgabe ſchein ſo leicht, daſs auch der Nichttechniker ihr gewachſen zu ſeyn glauben mag; allein ſie iſt es in der That nicht; ſie iſt vielmehr ungemein ſchwierig.

Ueberhaupt iſt ein praktiſcher Ingenieur bei Eiſenbahnen noch bei weitem mehr, als bei Chauſſeen, eine Hauptperſon, und dies völlig in demſelben Maaſse, wie diejenigen Männer, die, wenn das Werk Privat-Unternehmung iſt, die Geld-Angelegenheiten leiten und beſorgen. Deſshalb iſt es denn auch auch ſehr angemeſſen, daſs der Ingenieur bei einer Privat-Unternehmung von Eiſenbahnen ſelbſt einer der Direktoren ſey, mit der Berechtigung, über alles Techniſche, nach Maaſsgabe des einmal beſchloſſenen Planes, ausſchlieſslich und ohne weitern Einſpruch der nicht techniſchen Direktoren, zu entſcheiden und zu walten. Jede Privat-Unternehmung von Eiſenbahnen, an deren Direktion der Baumeiſter der Bahn nicht ſelbſt Theil hat, ſondern wo die finanziellen Direktoren blos einen Baumeiſter beliebig zuziehen, auf die Weiſe etwa wie der Bauherr eines Hauſes Werkleute oder allenfalls einen Architekten, mit der Befugniſs, ihn nach Belieben wieder wegzuſchicken und einen andern herbeizurufen, trägt den Keim vorhandener Gefahr des Miſslingens in ſich. In der That kann das Unternehmen eines ſo durchaus techniſchen Gegen-

Digitized by Google

ſtandes, wie eine Eiſenbahn, offenbar mit Sicherheit nur dann gelingen, wenn eine Hauptperſon dabei, der Techniker, der eigentlich das Werk ſchaffen und herſtellen ſoll, auch volle Einwirkung hat und gegen jedes Hinderniß bei der Erfüllung ſeiner Pflicht geſichert iſt. Die Actionairs, als Bauherren, ernennen, entweder in ihrer Geſammtheit, oder beſſer durch einen erwählten Ausſchuß, Geld = und Gewerbſtändige, einen Rechtsverſtändigen und einen Techniker, aber alle in gleichem Range, zu Direktoren; denn die Wirkung aller dieſer Männer auf das Werk iſt gleich wichtig, und folglich dürfen auch der Rechts = und der Bauverſtändige offenbar nie etwa von den übrigen Direktoren abhängig ſeyn, und von ihnen entlaſſen werden können, eben ſo wenig wie umgekehrt, dieſe von ihnen.

Was Privat = Unternehmer von Eiſenbahnen ferner noch zu beobachten haben dürften, um ſich des Ertrages vorher möglichſt zu verſichern, iſt Folgendes:

Zunächſt wird der Verkehr zu ermitteln ſeyn, auf welchen man dürfte rechnen können, in ſo fern es möglich iſt, den Transport wohlfeiler, oder doch wenigſtens nicht theurer zu liefern, als auf der Chauſſee. Dieſe Ausmittelung wird in der Regel mit ziemlicher Sicherheit möglich ſeyn. Man rechne, wenn eine Zunahme des Verkehrs nicht etwa mit völliger Gewißheit vorauszuſehen iſt, nur auf den effectiven bisherigen Verkehr. Daraus wird ſich, durch Vergleichung mit vorhandenen Eiſenbahnen, und durch allgemeine Berückſichtigung der etwaigen Verſchiedenheit der örtlichen Verhältniſſe, ungefähr ergeben, keineswegs etwa, wie viel die neue Eiſenbahn eintragen dürfte, auch noch nicht einmal mit Gewißheit, ob ſie als Privat = Unternehmung überhaupt ausführbar ſey, ſondern bloß erſt; ob es rathſam ſey, die Koſten an die weitere nähere Ermittelung zu wenden, oder nicht. Findet ſich, daß dieſe nähere Ermittelung rathſam ſey, dann laſſe man durch einen auch in der Wahl von Straßen=Linien erfahrenen Straßen = Baumeiſter zunächſt im Allgemeinen die vortheilhafteſte Linie der Eiſenbahn zur Stelle ausmitteln; hierauf in dieſer Richtung das Terrain im Allgemeinen, in

Digitized by Google

einiger Breite zu beiden Seiten, ausmeſſen, ſodann durch den nämlichen Ingenieur die Linie näher beſtimmen und ausſtecken, darauf dieſelbe nivelliren, und dann wieder durch den Ingenieur, die Anlagekoſten ſowohl, als die Transportkoſten, mit Pferden und mit Dampf berechnen. Man wähle auch zu dieſen Arbeiten ja einen wirklichen Straßen-Baumeiſter, und auch nicht etwa einen Techniker, der insbeſondere nur Maſchinen-Baumeiſter iſt, was man, beſonders in England, häufig unter Engineer (Ingenieur) verſteht, ſo geſchickt auch ein ſolcher Mann in ſeinem Fache ſein mag. Denn die Maſchinen ſind bei den Eiſenbahnen nur ein einzelner Theil deſſen, worauf es ankommt, und nicht einmal eine Hauptſchwierigkeit; um ſo weniger, da ſie ja durch bewährte Maſchinen-Baumeiſter in größter Vollkommenheit zu erlangen ſind. Erſt dann, und nur erſt dann, wenn dieſe Vorarbeiten gemacht ſind, wird ſich mit Sicherheit finden, ob das Unternehmen mit Vortheil für die Actionairs ausführbar ſey, und was es ungefähr eintragen dürfte, keinesweges aber eher, und keinesweges nach allgemeinen Schätzungen. Wird die vorherige Ausmeſſung unterlaſſen, und werden Actien gezeichnet, oder gar Gelder eingezahlt, ehe die Ausmeſſung und Berechnung geſchehen iſt, ſo können die größten Verluſte entſtehen. Man glaube oder fürchte hierbei nicht, daß etwa die Koſten der vorherigen Meſſungen überaus groß und verhältnißmäßig unerſchwinglich ſeyn werden. Es iſt zu der Beurtheilung, ſo weit ſie nothwendig, um erſt mit Sicherheit zu wiſſen, ob das Unternehmen ausführbar ſey; und wie viel Procent Zinſen es ungefähr abwerfen werde, durchaus keine detaillirte Vermeſſung und keine Nivellirung bis aufs Haar, und noch viel weniger ein voluminöſer Bauanſchlag, mit Zeichnungen, ſo ausführlich, wie er zur wirklichen Ausführung des Baues gemacht zu werden pflegt, nothwendig, ſondern von einem geübten Ingenieur kann Alles, was bisher nothwendig iſt, ſehr bald geſchehen, und auch die Koſten der allgemeinen Ausmeſſung und Nivellirung ſind keineswegs bedeutend. Man kann annehmen, daß die

Digitized by Google

geſammten Koſten der vorläufigen Meſſungen und Berechnungen auf die Meile Straße vielleicht nicht über 200 Thaler, höchſtens 300 Thaler betragen werden. Auch ſind ſie für den näheren Bauplan ſelbſt nicht verloren. Dieſer Bauplan muß dann, im Fall die vorläufige Meſſung und Berechnung ergeben hat, daß die Eiſenbahn als Privat-Unternehmung vortheilhaft ſeyn werde, und die Unternehmung beſchloſſen worden iſt, nachdem man ſich des Aufbringens der im Voraus überſchläglich berechneten Anlagekoſten verſichert hat, ausgearbeitet werden, und zwar, damit nicht etwa Abänderungen entſtehen, die wiederum den Erfolg von Neuem unſicher machen, wie er es vorher war, wo möglich durch den nämlichen Baumeiſter, der den vorläufigen Plan gemacht hat. Aber auch ſelbſt der ausführliche Bauplan iſt keineswegs mit großer Weitläufigkeit nöthig, ſondern nur mit derjenigen angemeſſenen Genauigkeit, welcher die Weitläufigkeit häufig eher nachtheilig als förderlich iſt. Insbeſondere kann eine minutiöſe und ängſtliche Vorherberechnung der Koſten zu nichts nutzen, ſie iſt vielmehr bei mehreren Dingen völlig illuſoriſch und koſtet nur unnütz Geld und Zeit. So z. B. bei den Dammarbeiten, wo die Vorausberechnung nie mit dem wirklichen Bedarf genau ſtimmt und ſtimmen kann; auch beinahe gar keinen Zweck hat, indem dieſe Dammarbeit niemals in Maſſe, ſondern nur ſchachtruthenweiſe in Vording ausgeführt werden kann. Aehnlich bei anderen Dingen. Es iſt völlig hinreichend, wenn die Voraus-Voranſchlagung die Koſten nur bis auf etwa 5 Procent genau anzeigt, weil eine ſolche etwaige Differenz auf den Ertrag der Unternehmung nur einen geringen Einfluß hat, in ſo fern nur ſonſt die Transportkoſten auf der Bahn richtig angeſchlagen ſind. Dagegen muß der ausführliche Bauplan genau und im Detail angegeben, wie zu conſtruiren ſey, welche Materialien zu nehmen ſeyen, und wie bei der Ausführung zu verfahren ſey. Dies iſt wichtiger, als die Vorausberechnung der Koſten auf Groſchen und Pfennige; was doch nachher, ſo weitläufig es auch geſchehen mag, niemals ſtimmt und ſtimmen kann.

Digitized by Google

So, und nur durch dieſes Verfahren dürfte, nach des Herrn Crelle Ueberzeugung, bei Privat-Unternehmungen von Eiſenbahnen zu einem gedeihlichen Ziele und zur Sicherheit vor Gefahr des Verluſtes bedeutender Kapitalien zu gelangen ſeyn.

Herr G. R. Crelle iſt weit entfernt, den großen Nutzen der Eiſenbahnen überhaupt zu bezweifeln oder zu verkennen, und hat er keineswegs die Abſicht, ſelbſt Privatleute von Unternehmungen abzumahnen, die zur Beförderung der Einführung der Eiſenbahnen gereichen können, ſondern nur die Abſicht, ſie auf dasjenige aufmerkſam zu machen, was ſie dabei zur Erlangung der Sicherheit des Erfolges und der Sicherung ihrer Kapitalien zu beachten haben dürften. Vielleicht aber iſt es dennoch nicht unnütz, ſchon um näher zu zeigen, wie vollkommen dieſer ſo erfahrene Techniker von dem Nutzen der Eiſenbahnen überhaupt überzeugt iſt, daß er auch noch mit wenigen Worten andeute, wie nach ſeiner Anſicht dieſer Gegenſtand überhaupt, und nicht wie hier ausſchließlich geſchehen, als Privat-Unternehmung zu betrachten ſeyn dürfte.

Eiſenbahnen ſind nämlich, nach ſeiner Ueberzeugung, immer und überall da nützlich und den Chauſſeen vorzuziehen, wo zum Transport auf denſelben überhaupt weniger Kraft und weniger Koſten nöthig ſind, als auf Chauſſeen: ganz eben ſo, wie Chauſſeen, ihrerſeits, immer und überall nützlich und den unbefeſtigten Straßen vorzuziehen ſind, wo der Transport auf denſelben weniger Kraft und weniger Koſten erfordert, als auf letzteren. Alſo dürften von den Fällen, wo Eiſenbahnen den Vorzug vor Chauſſeen haben, nur allein die ſeltenen Fälle auszunehmen ſeyn; wo eine Eiſenbahn, um die nothwendige Verminderung des Gefälles zu erlangen, ſo ſehr verlängert werden muß, daß die Ueberwindung der Reibung der Achſen in den Büchſen und der Radfelgen auf der Bahn, auf der längeren Straße nöthige Kraft mehr beträgt, als auf der kürzeren Chauſſee, ſo das an Transportkraft und an Transportkoſten nichts erſpart wird; oder auch

Digitized by Google

wo die beſonderen Vorrichtungen, um die Laſten bergan zu heben, ſo ſchwierig ſind, daß darauf mehr Kraft und Zeit verloren gehen würde, als auf einer Chauſſe, in ſo fern auf dieſer jene beſonderen Vorrichtungen vermieden werden können. Daß der Ueberſchuß der Anlagekoſten der Eiſenbahnen gegen die von Chauſſeen immer berückſichtigt und nach dem Maaßſtabe der Zinſen deſſelben in Rechnung gebracht werden müſſe, iſt ferner, ſobald von Eiſenbahnen nicht bloß als Privat-Unternehmung, ſondern als allgemeine Staats-Angelegenheit die Rede iſt, nur bedingt richtig, weil es bei allgemeinen Verbeſſerungen und Vervollkommnungen, die der Staat ausführt, nicht ſowohl auf den unmittelbaren, direkten Zinſen-Ertrag der angelegten Kapitalien, ſondern vielmehr auf die nützlichen Erfolge überhaupt, die ſich ſogar öfters gar nicht in Gelde berechnen laſſen, und darauf ankommt, in welchem Verhältniſſe dieſe Erfolge mit anderen ſtehen, die durch ähnliche Anlage-Kapitalien zu erreichen ſeyn möchten. Der Fall, wenn Eiſenbahnen von Privatleuten unternommen werden, iſt von demjenigen, wenn der Staat oder das ganze Volk ſie baut, gänzlich und weſentlich verſchieden.

Unternehmen nämlich Privatleute eine Eiſenbahn, ſo frägt es ſich, ob der Ertrag, den die neue Straße unter der Bedingung abwerfen wird, daß der Transport auf derſelben wenigſtens ſchon etwas wohlfeiler ſey, als auf der bisherigen Straße (jedenfalls nicht theurer, als auf einer Chauſſee) nächſt den Erhaltungs- und Verwaltungskoſten, annehmliche Zinſen des Anlage-Kapitals nebſt einem Fond zur Amortiſation deſſelben innerhalb einer nicht zu langen Reihe von Jahren, gewähren könne. Iſt dieß nicht der Fall, ſo iſt die Unternehmung von Privatleuten durchaus nicht ausführbar, und alle Eiſenbahnen, die weniger eintragen, ſind für Privat-Unternehmungen gänzlich ungeeignet. Das Publikum muß ſich dagegen bei allen Privat-Unternehmungen von Eiſenbahnen ſeinerſeits, einſtweilen, und bis dahin, daß das Anlage-Kapital amortiſirt iſt, mit dem geringeren Gewinne

begnügen, der über die den Unternehmern gebührenden Zinſen ihrer Kapitalien hinaus ſtattfindet, bis ſpäterhin nach geſchehener Amortiſation des Anlage-Kapitals, den Nachkommen die geſammte Erleichterung des Transports zu Theil wird; was aber auch ganz in der Ordnung und immer noch ganz annehmlich iſt, da dem Publico ebenfalls ſchon gleich vom Anfange an ein Gewinn, beſtände er ſelbſt auch nur in der leichtern und bequemern Fahrt auf der Eiſenbahn, als ein Geſchenk, zu Theil wird, welches ihm nicht werden würde, wenn nicht die Actionairs ihre Kapitalien und die Unternehmer ihre Bemühungen hergäben.

Baut dagegen der Staat Eiſenbahnen, ſo frägt es ſich nur: erſtlich, ob überhaupt dieſe Bauwerke Transportkraft erſparen, oder ſonſt Nutzen gewähren werden, etwa durch Beſchleunigung des Transports, oder für andere Staatszwecke, und zwar nicht allein für den bisherigen Verkehr, ſondern auch für alle Folgezeit; und dann zweitens, ob der zu hoffende Nutzen wichtiger ſey und höher angeſchlagen werden müſſe, als der Nutzen dieſer oder jener anderen Vervollkommnung, die mit gleichem Geldaufwande zu erlangen iſt. Müſſen beide Fragen bejahend beantwortet werden, ſo ſind für den Staat ſchon Beweggründe zu der Unternehmung vorhanden, und es kommt gar nicht weiter auf das Verhältniß an, in welchem der Geldwerth, der in der nächſten Zeit zu erwartenden Erſparung an Transportkraft zu den Zinſen des Anlage-Kapitals ſtehe (ganz anders wie der Privat-Unternehmung); denn eines Theils iſt dieſe Erſparung in der nächſten Zeit gar nicht die geſammte Erſparung, ſondern ſie kann vielmehr auf eine nicht voraus zu berechnende Höhe ſteigen, indem die Erleichterung des Verkehrs, beſonders dann, wenn ſie nicht auf einzelnen Straßenſtrecken ſtattfindet, ſondern über ein ganzes Land ſich ausdehnt, den Verkehr ſelbſt beleben und in hohem Grade vermehren kann; andern Theils kann die Erleichterung des Verkehrs auch noch für andere Staatszwecke, ſelbſt in intellectueller und moraliſcher Beziehung, einen Nutzen haben, der ſich nicht zu Gelde

berechnen läßt; welches beides Privat=Unternehmer, das erſte wenigſtens nicht in gleichem Maaße, das letzte gar nicht in Anſchlag bringen können.

Daß die erſte Frage bejahend zu beantworten ſey, iſt im Allgemeinen außer Zweifel, denn es iſt nicht zu verkennen, daß, da der Ausnahmen nur wenige ſind, Eiſenbahnen im Ganzen nicht allein wirklich eine bedeutende Erſparung an Transportkraft und Transportkoſten zu gewähren geeignet ſind, ſondern daß dann auch die Erleichterung des Verkehrs für die Geſammtmaſſe des Volkes, durch die Anreizung, welche die Leichtigkeit des Vertriebes der Produkte zum beſſern Anbau des Landes giebt, ſo wie in intellectueller und moraliſcher Rückſicht von ſehr großem und unberechnenbarem Nutzen ſeyn werde. Ob die zweite Frage ebenfalls bejahend ſey, hängt zwar ganz von Orts= und Zeitumſtänden und Verhältniſſen ab; daß indeſſen die Bejahung, wenigſtens im Friedenszuſtande, in der Regel wahrſcheinlich ſey, läßt ſich aus der Erfahrung ſelbſt, und zwar aus dem Verfahren abnehmen, welches wirklich die Staaten in Rückſicht der Straßen, mit vollem Rechte, ſchon immer befolgt haben. Dieſe Erfahrung macht es zugleich noch, gleichſam zuſammenfaſſend und überſichtlich, anſchaulich, wie weit der Fall, wenn der Staat Eiſenbahnen bauen wollte, von demjenigen der Privat=Unternehmungen verſchieden iſt. Die Staaten nämlich haben es nun ſchon ziemlich allgemein erkannt, wie wichtig die Erleichterung des Verkehrs durch gute Straßen iſt. Sie haben, in Folge dieſer Einſicht, an die Stelle der natürlichen, ſchwer fahrbaren Wege Chauſſeen geſetzt. Aber wie haben ſie dieß gethan? Sie haben die Koſten dazu aus Staats=Mitteln hergegeben, und nicht darnach gefragt, wie hoch ſich dieſe Koſten, von der Ausgabe an, verzinſen werden. Aber mit vollem Grunde haben ſie das gethan; denn der Erfolg hat bewieſen, daß das Anlage=Kapital von ſelbſt dem Staate hundertfältig ſich verzinſete und wieder einkam. Die glorreiche Regierung des preußiſchen Staates hat noch in neueſter Zeit ein glänzendes Beiſpiel dazu gegeben. Sie hat Millio=

Digitized by Google

nen hergeſchoſſen, um das Land mit trefflich chauſſirten Straßen zu durchziehen. Herr Crelle dieſes Aufſatzes war einer der näheren Augenzeugen davon; denn auch er hat Gelegenheit gehabt, vom Jahre 1816 an, als Techniker zu dieſem heilvollen Werke mitzuwirken. Der geringe Zoll, welcher auf den neueren Chauſſeen, wie auf den älteren, erhoben wird, mag kaum die Erhaltungskoſten derſelben decken, und iſt gewiß weit entfernt, auch nur die geringſten Zinſen des Anlage-Kapitals zu gewähren; geſchweige denn das Kapital zurück zu erſtatten. Gleichwohl hat der Staat nicht allein dabei wohl ſich befunden, ſondern die neuen Straßen ſind auch augenfällig mit eine Urſach und Quelle der Zunahme der Blüthe des Staats geweſen, und das Land ſegnet auch dafür ſeinen erhabenen, väterlichen König. So wie nun aber Chauſſeen ſtatt der gewöhnlichen Wege dem Staate nützlich und heilſam geweſen ſind, ſo werden es fernerhin unfehlbar auch Eiſenbahnen ſtatt der Chauſſeen ſeyn. Denn ſie verhalten ſich im Allgemeinen, in Rückſicht ihres Nutzens, zu Chauſſeen faſt eben ſo, wie dieſe zu den unbefeſtigten Wegen. Sie ſind ein zweiter, mindeſtens gleich großer, Schritt zur Vervollkommnung. Die Staaten werden alſo, eben ſo wie ſie es nützlich fanden, Chauſſeen aus Staatsmitteln zu bauen, auch wiederum eben ſo nützlich und angemeſſen es finden, Eiſenbahnen gleichfalls aus Staatsmitteln zu bauen, ſobald es, mitten unter den übrigen noch zu erzielenden Vervollkommnungen, thunlich und räthlich ſeyn wird, und ſie werden dabei eben ſo wenig darnach fragen, wie hoch ſie das Anlage-Kapital verzinſe, wie ſie es bei den Chauſſeen thaten, und eben ſo wenig, wie ſie z. B. Unterrichts- oder andere nützliche Anſtalten gründen auf die Geld-Verzinſung des Kapitals ſehen.

Alles dieſes aber können Privatperſonen nicht thun, und ſo zeigt ſich denn augenfällig, wie groß der Unterſchied ſey zwiſchen Unternehmungen von Eiſenbahnen durch Privatleute, und durch den Staat. Zugleich aber zeigt ſich, daß daraus daß Privatleute bei ſolchen Unternehmungen vorſichtig ſeyn

müſſen, durchaus nicht etwa folgt, daß Eiſenbahnen überhaupt nicht zu empfehlen wären. Vielmehr behalten dieſelben ihren großen und in der That unabſehlichen Werth, ſo ſchwierig auch ihre Förderung durch Privat-Unternehmungen in vielen Fällen ſeyn, und ſo große Vorſicht auch bei dergleichen Unternehmungen nothwendig ſeyn mag.

Anhang I.

Von den Dampfwagen auf Chauſſeen.[1])

Wir haben bisher die Dampfkraft nur als ein Fortſchaffungsmittel auf Eiſenbahnen betrachtet, aber der Unternehmungsgeiſt iſt in neueren Zeiten dabei nicht ſtehen geblieben. Es ſind verſchiedene, zum Theil mit günſtigem Erfolge gekrönte Verſuche gemacht worden, Dampfwagen auf Chauſſeen oder Heerſtraßen zu gebrauchen. Man hat zwar die Ausführbarkeit dieſes Gedankens ſehr in Zweifel gezogen; wenn wir aber in die Geſchichte der Erfindung der Dampfmaſchine zurückblicken, ſo ſehen wir, daß ähnliche Zweifel und Bedenklichkeiten ſich faſt bei jedem wichtigen Fortſchritte derſelben erhoben haben. Vergleichen wir eine Heerſtraße und eine Eiſenbahn, ſo treten zwei Umſtände hervor, welche dieſer offenbar einen Vorzug geben. Einer dieſer Umſtände iſt, daß die aus der Unebenheit der Oberfläche entſtehenden Hinderniſſe der ſich fortwälzenden Bewegung der Räder auf einer Eiſenbahn bedeutend geringer ſind, als auf einer Landſtraße, und

[1]) Aus dem ſchon citirten und benutzten Werke von Lardner „über Dampfmaſchinen.“

Digitized by Google

zwar in dem Verhältniſſe von 1 zu 20. Dieſes Verhältniß aber iſt durch die Beſchaffenheit der Heerſtraße bedingt, mit welcher die Eiſenbahn verglichen wird. Eine gut gebaute Heerſtraße bietet weniger Widerſtand dar, als eine ſchlechte, und es iſt eine ausgemachte Thatſache, daß eine nach Mac Adams Syſteme gebaute Heerſtraße weit mehr Widerſtand darbietet, als eine gut gepflaſterte. Die Entſcheidung der Frage iſt daher von einer andern abhängig, nämlich ob Straßen durch Pflaſterung oder auf andere Weiſe für Dampfwagen ebener und beſſer gebaut werden können, als es die jetzt für Pferdekraft beſtimmmten ſind.

Die Eiſenbahnen haben aber, außer der größern Ebenheit, noch einen andern Vorzug vor den Heerſtraßen, welchen jedoch, wie ich glaube, die Gegner der Anwendung von Dampfwagen auf den Straßen wohl ſehr übertrieben haben. Es iſt eines der längſt bekannten Geſetze der Adhäſion, daß dieſe größer zwiſchen den Oberflächen von Körpern gleicher Natur, als zwiſchen verſchiedenen iſt. So iſt ſie zwiſchen Metallen derſelben Art größer, als zwiſchen zwei Metallen verſchiedener Art. Zwiſchen zwei Metallen jeder Art aber iſt ſie größer, als zwiſchen Metall und Stein, oder zwiſchen Metall und Holz. Die Räder eines Dampfwagens haben eine größere Adhäſion an die Oberfläche des Weges und zeigen daher einen größern Widerſtand gegen das Umdrehen, ohne Fortbewegung des Wagens, als es auf einer Heerſtraße der Fall ſeyn würde, denn auf der Eiſenbahn bleibt der eiſerne Felgenkranz in Berührung mit den eiſernen Schienen, während auf einer gewöhnlichen Straße die mit Eiſen beſchlagene Felge mit der ſteinernen Oberfläche in Berührung iſt. Staub und andere ſich locker anhängende Stoffe, die ſich auf einer Heerſtraße ſammeln, wirken überdieß, wenn ſie zwiſchen die Räder und die feſte Oberfläche der Straße gedrückt werden, gewiſſermaßen wie Walzen und geben den Rädern eine größere Leichtigkeit zu gleiten, als wenn die Straße ganz rein wäre und die Räder in unmittelbarer Berührung mit der harten Oberfläche bleiben. Die Richtigkeit dieſer Bemerkung zeigt

Digitized by Google

ſich auf den Eiſenbahnen ſelbſt, wo die Adhäſion vermindert wird, ſo oft die Schienen mit fremdartigen Dingen, z. B. Staub oder naſſem Thon bedeckt ſind. Obgleich aber die Adhäſion der Räder eines Wagens auf einer gewöhnlichen Straße, geringer iſt, als bei den Rädern eines Dampfwagens auf Schienen, ſo iſt doch die wirkliche Adhäſion auf Heerſtraßen größer, als man es gewöhnlich vorausgeſetzt hat, und völlig hinlänglich Wagen fortzutreiben, die beträchtliche Laſten nach ſich ziehen.

Die verhältnißmäßige Leichtigkeit, mit welcher Wagen auf Eiſenbahnen und Heerſtraßen fortgetrieben werden, trifft auf gleiche Weiſe jede bewegende Kraft, mag ſie von Pferden oder von Dampfwagen herrühren, und mögen Ladungen von der einen oder der andern Kraft fortgetrieben werden, die Eiſenbahn beſitzt in Vergleichung mit der Heerſtraße immer denſelben verhältnißmäßigen Vorzug, und eine gegebene Kraftmenge der einen oder der andern Art wird immer in demſelben Verhältniſſe weniger auf einer Heerſtraße, als auf einer Eiſenbahn leiſten. Dagegen aber ſind die Koſten der urſprünglichen Anlage und der Aufwand für die Unterhaltung einer Eiſenbahn gegen die gewiſſe Leichtigkeit der Fortſchaffung in Anſchlag zu bringen.

Bei den ſeither gemachten Verſuchen, Dampfwagen auf Heerſtraßen zu gebrauchen, hatten die Unternehmer zwei Zwecke im Auge, erſtens leichtere und kleinere Maſchinen zu bauen, und zweitens verſtärkte Kraft. Es liegt am Tage, daß ſich dieſe beiden Zwecke bei dem jetzigen Zuſtande unſerer Kenntniſſe nur durch die Erzeugung eines Dampfes von ſehr hoher Hitze und Spannung erreichen laſſen, ſo daß Dampf von dem kleinſten Rauminhalte die größtmögliche mechaniſche Wirkung hervorbringe. Die Art, den Wagen fortzutreiben, iſt im Ganzen der Forttreibungsweiſe auf Eiſenbahnen gleich geweſen, nämlich durch Kurbeln, die auf die Achſen geſtellt ſind, während die Räder an denſelben Achſen befeſtigt werden, oder durch Verbindung der Kolbenſtangen mit den Rädern, wie in der Fig. 160 dargeſtellten Maſchine. Bei eini-

gen Wagen ſind der Keſſel, und die bewegende Kraft, ſo wie der Wagen für die Reiſenden, auf dieſelben Räder geſtellt; bei andern aber ſteht die Maſchine auf einem beſondern Wagen, und zieht den für die Reiſenden beſtimmten Wagen nach ſich, wie immer auf Eiſenbahnen.

Der Hauptunterſchied zwiſcheu den Dampfmaſchinen auf Eiſenbahnen und den für Wagen auf Heerſtraßen eingerichteten, beſteht in dem Bau des Keſſels. Es iſt hier weſentlich, daß der Keſſel, während die Kraft unvermindert bleibt, leichter und kleiner ſey. Man hat zur Erreichung dieſes Zweckes verſchiedene Mittel verſucht, das Waſſer ſo zu vertheilen, daß eine mit ihm in Berührung ſtehende beträchtliche Oberfläche der Wirkung des Feuers ausgeſetzt werde. Es wurde in dünnen Schichten auf flachen Platten ausgebreitet, oder zwiſchen Eiſenplatten, die ſich in geringer Entfernung von einander befanden, während das Feuer zwiſchen ihnen wirkte, oder in kleine Röhren vertheilt, um welche das Feuer ſpielte, oder in Cylinder, die in einander geſtellt waren.

In der Geſchichte der Anwendung der Dampfkraft als eines Fortſchaffungsmittels auf Heerſtraßen ſteht der Name Goldworthy Gurney, eines Arztes und Chemikers in Cornwall obenan. Einige Verſuche, die er ſeit 1822 über die Wärme angeſtellt hatte, lenkten ſeine Aufmerkſamkeit auf den Plan, Dampfmaſchinen auf Heerſtraßen anzuwenden, und ſeit 1825 war er bemüht, eine Dampfmaſchine zu bauen, welche zur Erreichung ſeines Zweckes dienen konnte. Viele Andere folgten ihm nach. Ob ſie, oder ſonſt Jemand durch glücklichern Erfolg, durch größere Begünſtigung des Publikums, oder durch höhere Geiſteskraft ihm auf der betretenen Bahn zuvorkommen werden, läßt ſich jetzt nicht leicht vorausſagen. Was aber auch der Erfolg ſeyn möge, Gurney gebührt die Ehre, daß er zuerſt die Ausführbarkeit des Gedankens dargethan hat.

Die Ungläubigkeit, der Widerſpruch, und ſelbſt die Verſpottung, die Gurney's Plan fand, waren höchſt merkwürdig. Alle kunſtverſtändigen Werkmeiſter traten ſeinen

Anſichten ſogleich entgegen, die geiſtige Beſchränktheit, die zuweilen durch eine hauptſächlich, ja ausſchließend auf einen blos praktiſchen Zweck gerichtete Bildung hervorgebracht und ſpäter durch blos praktiſche Beſtrebungen unterhalten wird, erklärt einigermaßen dieſe Erſcheinung. „Aber ich geſtehe," ſagt Dr. Lardner, „mit Befremden habe ich in den letzten zehn Jahren die gänzliche Ungläubigkeit bemerkt, die unter Männern von wiſſenſchaftlicher Bildung herrſchte, eine Ungläubigkeit, welche ſelbſt durch die unzweideutigſte praktiſche Bewährung kaum entfernt worden iſt." „Unter den wiſſenſchaftlich gebildeten Männern," ſagt Gurney, „hat meine Meinung Niemand begünſtigt, als allein der verſtorbene Dr. Wollaston."

Auch Gurney war von der falſchen Anſicht befangen, welche ſo lange hinſichtlich der Anwendung von Dampfwagen auf Eiſenbahnen verbreitet geweſen iſt, und, wie wir gezeigt haben, die Fortſchritte der Erfindung weſentlich aufgehalten hat. Ohne die Frage durch Verſuche zu entſcheiden, nahm er bei ſeinen erſten Arbeiten für ausgemacht an, daß die Adhäſion der Räder auf einer Heerſtraße zu gering ſey, um einen Wagen forttreiben zu können. Ausgezeichnete Kunſtverſtändige verſicherten ihm, wie er ſagt, daß dieß durch wirkliche Verſuche ausgemittelt ſey. Es iſt aber auffallend, daß ein ſo einſichtiger ſcharfſinniger Mann ſich nicht genauer nach den angeblichen wirklichen Verſuchen erkundigte. Genug, er nahm es als enſchieden an, daß die Räder nicht im Stande wären, den Wagen fortzutreiben, und verwendete viel Mühe und Geſchicklichkeit, Hebel und forttreibende Vorrichtungen zu erfinden, die auf den Boden ungefähr wie Pferdefüße wirkten, um den Wagen fortzutreiben. Nach mehreren fruchtloſen Verſuchen dieſer Art brachte ihn die dabei erlangte Erfahrung zur Erkenntniß der Wahrheit, und er fand, daß die Adhäſion der Räder nicht nur hinlänglich war, einen ſchwer beladenen Wagen auf einer ebenen Straße fortzutreiben, ſondern auch fähig, ihn über alle Anhöhen zu führen, die auf gewöhnlichen Heerſtraßen vorkommen.

Digitized by Google

Es würde meinem Zwecke fremd ſeyn, alle Schritte, welche allmählig zu einer Verbeſſerung ſeiner Erfindung führten, umſtändlich anzugeben. Sie iſt, wie andere Erfindungen, nach mehreren Fehlſchlagungen weiter gekommen, hat aber endlich den Punkt erreicht, wo ſie allein durch eine umfaſſende praktiſche Anwendung zu weiterer Vollkommenheit gelangen kann.

Der Keſſel der Maſchine iſt ſo eingerichtet, daß kein Theil deſſelben, in welchem Metall der Wirkung des Feuers ausgeſetzt iſt, ſelbſt die Stäbe des Roſtes nicht ausgenommen, außer Berührung mit dem Waſſer wäre. Bedenkt man, wie ſchnell die Wirkung eines heftigen Heerdfeuers Metall zerſtört, wenn nicht Waſſer die Hitze abhält, ſich anhäufen, ſo wird man einſehen, wie vortheilhaft dieſer Umſtand iſt. Ich habe geſehen, daß die Stäbe eines neuen, nie vorher gebrauchten Roſtes auf einer einzigen Fahrt, zwiſchen Liverpool und Mancheſter ſchmolzen, und der Erfinder einer andern Form von Dampfwagen hat dem Dr. Lardner geſtanden, daß ſeine Roſtſtäbe, obgleich von anſehnlicher Stärke, nicht länger, als eine Woche dauern würden. In Gurney's Keſſel ſind die Roſtſtäbe ſelbſt Röhren, die mit Waſſer angefüllt ſind, und bilden eigentlich einen Theil des Keſſels. Dieſer Keſſel beſteht aus drei ſtarken metallenen Cylindern, die horizontal über einander liegen. Einen Vertical-Durchſchnitt giebt Fig. 169. Die Enden der drei Cylinder ſind D H und I. In die Seite des unterſten Cylinders D iſt eine Reihe von Röhren eingelaſſen, die Fig. 170 im Grundriſſe zeigt. Dieſe Röhren ſind ein wenig aufwärts gerichtet, aus einem Grunde, den wir bald erklären werden. In dem Vertical-Durchſchnitte Fig. 169 kann nur eine dieſer Röhren bei C ſichtbar ſeyn. Die anderen Enden dieſer Röhren A ſind mit eben ſo viel aufrecht ſtehenden Röhren verbunden, von welcher E eine iſt. Die oberen Enden G dieſer aufrecht ſtehenden Röhren ſind mit einer andern Reihe von Röhren K in gleicher Anzahl in Verbindung, die von G ausgehen, und, ein wenig aufwärts gerichtet, ſich in dem zweiten Cylinder H endigen.

In der Anſicht des Keſſels Fig. 171 ſind die drei Cylinder mit denſelben Buchſtaben bezeichnet. Zwiſchen den Cylindern D und H befinden ſich zwei Verbindungs-Röhren B und ähnliche zwiſchen den Cylindern H und I. Der Natur des Durchſchnitts gemäß, können dieſe nur als eine einzige Röhre in Fig. 169 erſcheinen. Aus dem obern Theile des Cylinders I, geht die Röhre N hervor, die der Maſchine Dampf zuführt.

Man ſieht, daß der Raum F auf allen Seiten von einem aus Röhren beſtehenden Roſte eingeſchloſſen iſt, welcher mit den Cylindern D und H verbunden iſt, die unter ſich durch die Röhren B in Verbindung ſtehen. Es ergiebt ſich hieraus, daß Waſſer, dem Cylinder I zugeführt, durch die Röhren hinabfließt und wenn es den Cylinder D und die Röhre C gefüllt hat, allmählig in B und E hinaufſteigt und endlich die Röhren K und den Cylinder H füllt. Die Roſtröhren C E K bilden den Feuerheerd. Die Röhren C ſind das Feuerlager, die Röhren E und K die Hinterwand und die Decke des Heerdes. Die Feuerthür ſieht man bei M Fig 171. Der Flammenzug geht über die Röhren K, und Flammen und heiße Luft werden in den Rauchfang geführt. Der Theil der Hitze des brennenden Feuers, welcher in andern Heerden die Roſtſtäbe zerſtört, wird hier verwendet, das in den Röhren C enthaltene Waſſer zu erwärmen. Die ausſtrahlende Wärme des Feuers wirkt auf die Röhren K, auf die Röhren E und theilweiſe auf die Cylinder D und H und die Röhren B. Der Zug der heißen Luft und der Flammen, der bei A in den Kanal geht, wirkt auf die Rückſeite der Röhren E und die oberen Seiten der Röhren K und geht endlich in den Rauchfang über.

Wird das Waſſer in den Röhren C E K erwärmt, ſo wird es ſpecifiſch leichter als Waſſer von geringerer Temperatur, und erhält daher ein Streben aufwärts zu ſteigen. Es geht ſchnell in H über. Die kälteren Theile gehen mittlerweile hinab, und die geneigte Lage der Röhren C und K begünſtigt jenes Streben des erwärmten Waſſers, ſo daß ein

Digitized by Google

ungemein ſchneller Umlauf hervorgebracht wird, ſobald das Feuer auf die Röhren zu wirken beginnt. Hat das Waſſer eiue ſo hohe Temperatur erlangt, daß ſchnell Dampf erzeugt wird, ſo werden in den das Feuer umgebenden Röhren ſtets Blaſen gebildet, und wenn dieſe in den Röhren bleiben, ſo würde die Wirkung des Feuers nicht nur den Dampf zerſetzen, ſondern auch die Röhren glühend machen, weil das Waſſer nicht hindurchginge, um die Hitze zu entführen. Die geneigte Lage der Röhren verhindert dieſe nachtheilige Folge. Eine in den Röhren C und K entſtandene Dampfblaſe, welche das Streben hat, im Verhältniſſe ihrer Leichtigkeit gegen das Waſſer ſich zu erheben, ſteigt nothwendig aufwärts in C nach A, in K nach H. Dieſe Bewegung des Dampfes aber wird unterſtützt durch die ſchnelle Bewegung des Waſſers, die ſtets in den Röhren ſtattfindet, wie wir bereits erklärt haben; ſonſt wäre es möglich, daß ungeachtet der Leichtigkeit des Dampfes gegen Waſſer, eine Blaſe in der engen Röhre bleiben würde, ohne zu ſteigen. Ich hebe dieß beſonders hervor, weil man das Verbrennen der Röhren, wie ich glaube irrig, dem Keſſel zugeſchrieben hat. Ich habe, um die Sache durch Erfahrung zu erproben, zwei Cylinder, wie D und H, durch Glasröhren verbunden, wie die mit C E K bezeichneten. Der ſchnelle und beſtändige Umlauf des Waſſers wurde dadurch ſichtbar. Es bildeten ſich zwar Dampfblaſen in den Röhren, aber ſie giengen ſchnell in den obern Cylinder über, und ſtiegen zu der Oberfläche, ſo daß die Glasröhren nie eine höhere Temperatur erhielten, als das durch dieſelben gehende Waſſer hatte.

Dieſes iſt, meiner Meinung nach, der Hauptvorzug von Gurneys Keſſel. Kein Theil des Metalles, woraus er beſteht, kann eine höhere Temperatur erhalten, als das darin enthaltene Waſſer, und dieſe Temperatur läßt ſich, wie Jeder ſieht, mit der größten Genauigkeit regeln. Ich habe die Röhren dieſes Keſſels geſehen, während ſie ſchon lange Zeit der Wirkung des Feuers ausgeſetzt waren, und nie bemerkt, daß der Ruß der ſie bedeckte, geglüht hätte,

was der Fall geweſen ſeyn müßte, wenn die Röhre bis zu einem gewiſſen Grade wäre erhitzt worden. Da der Keſſel in allen Theilen cylindriſch iſt, ſo hat er diejenige Form, welche in mechaniſcher Hinſicht die größte Stärke gewährt, und in gegebenen Dimenſionen die größte Waſſermenge enthält. Auch iſt er frei von den durch ungleiche Ausdehnung entſtehenden Mängeln, die ſo nachtheilig in röhrenförmigen Keſſeln ſind. Die Röhren C und K können ſich frei nach ihrer Länge ausdehnen, ohne in ihren Fugen locker zu werden und ohne irgend einen Theil der Vorrichtung zu ſpannen. Die Röhren E, die kurz ſind, können ſich nur ſehr wenig ausdehnen, und man ſieht leicht, daß die langen Röhren, mit welchen ſie verbunden ſind, dadurch keine Spannung erleiden.

Verwandelt ſich Waſſer in Dampf, ſo wird jeder mit ihm verbundene fremdartige Stoff frei auf den Boden des Gefäßes niedergeſchlagen, in welchem das Waſſer verdampft. Alle Keſſel müſſen daher von Zeit zu Zeit gereiniget werden, damit ſolche Niederſchläge ſich nicht als eine Rinde auf der innern Oberfläche anhäufen,*) und dieß iſt, wie man einſieht, bei röhrenförmigen Keſſeln mit beſondern Schwierigkeiten verbunden. In dem Keſſel, den wir hier betrachten, würde die aus dem Niederſchlage entſtandene Rinde ſich in den Röhren C und K anhäufen, und, wenn ſie nicht weggeſchafft würden, die Röhren endlich verſtopfen, aber überdies, da ſie ein ſchlechter Wärmeleiter iſt, die nachtheilige Wirkung haben, daß ſie die Hitze bei dem Uebergange aus dem Feuer zu dem Waſſer auffinge, wodurch das Metall der Röhre übermäßig erhitzt würde. G u r n e y, der dieß vorausſah, fiel auf ein

*) Außer beſondern Vorkehrungen bei der Einrichtung des Keſſels, ſucht man die Anhäufung des Bodenſatzes, der gewöhnlich aus kohlenſaurem Kalk und zuweilen auch Kochſalz beſteht, dadurch zn verhüten, daß man gekochte oder zerquetſchte Kartoffeln oder die Abfälle von Malz in den K ſſel wirft. Andere haben als das wirkſamſte Mittel einen Zuſatz von gröblich gepulverter Holzkohle vorgeſchlagen.

ſinnreiches chemiſches Mittel, die Anhäufung des Niederſchlags zu verhüten, indem er zuweilen eine Säure in die Röhren goß, die ſich mit dem Niederſchlage verbinden und ihn wegſchaffen mußte. Dieſes Mittel war ganz wirkſam, wiewohl die praktiſche Anwendung deſſelben in den Händen gewöhnlicher Maſchinenwärter nicht ohne Schwierigkeiten war. Gurney ließ ſich durch Wollaston bewegen, es beizubehalten, bis die Erfahrung ihm die Unmöglichkeit bewies, es bei der gewöhnlichen Benutzungsart der Keſſel wirkſam anzuwenden. Er gieng dann zu einem einfachern, aber nicht minder wirkſamen Mittel über, den Niederſchlag durch mechaniſche Vorkehrungen wegzuſchaffen. Der Mündung der Röhren gegenüber und auf der andern Seite der Cylinder D, H werden mehrere Löcher angebracht, welche, wenn der Keſſel gebraucht wird, durch Metallſchrauben verſtopft werden. Bei der Reinigung der Röhren zieht man die Schrauben heraus, und bringt durch die Löcher einen eiſernen Kratzer in die Röhren, welcher rückwärts und vorwärts geſchoben, den Niederſchlag wegräumt. Auf dieſe Weiſe kann ein gewöhnlicher Tagelöhner den Keſſel reinigen. Die Zeit, in welcher ein Keſſel dieſer Art der Reinigung bedarf, wird größtentheils durch die Beſchaffenheit des gebrauchten Waſſers bedingt. Selbſt bei dem Gebrauche des ſchlechteſten Waſſers iſt es, wie Gurney verſichert, hinlänglich, den Keſſel alle 14 Tage zu reinigen.

In den ſpäter gebauten Keſſeln hat Gurney den Zug auf dem Feuerheerde durch die Art bewirkt, wie er den überflüſſigen Dampf in den Rauchfang treibt. Dieſe Vorrichtung hat ſich vollkommen wirkſam bewieſen, und man hat gegen ihre Anwendung in Dampfwagen auf Heerſtraßen nur den Einwurf gemacht, daß ſie durch das Geräuſch, welches ſie hervorbrigt, Pferde ſcheu machen würde.

In den Dampfmaſchinen auf der Liverpool-Bahn geht der Dampf durch die Ausleerungsröhre des Cylinders gerade in den Rauchfang, indem er mit der abwechſelnden Bewegung des Kolbens ſtoßweiſe entweicht und ein Geräuſch hervorge-

bracht wird, welches auf einer Eiſenbahn keine Unbequemlichkeit verurſacht, auf Heerſtraßen jedoch gewiß bedenklich ſeyn würde. In Gurney's Maſchine wird der aus den Cylindern entweichende Dampf in ein Behältniß geführt, welches er Blaſekaſten nennt, der zu demſelben Zwecke dient, wie die obere Abtheilung eines Blaſebalgs. Er empfängt den Dampf aus den Cylindern in einzelnen Stößen, läßt ihn aber in einem ſtetigen Strome durch viele kleine Röhren in den Rauchfang entweichen. Auf dieſe Weiſe wird ein regelmäßiger Luftzug bewirkt und kein Geräuſch bemerkt. Auch hat der Dampf noch einen andern Ausgang, ſo daß der Führer des Wagens im Stande iſt, den Zug des Rauchfangs zu verſtärken oder zu vermindern, oder auch ganz zu hemmen, um die Stärke des Feuers nach der Beſchaffenheit der Straße zu beſtimmen. Dieß iſt in der Praxis eine große Bequemlichkeit, weil es auf einigen Straßen kaum nöthig iſt, das Heerdfeuer durch Luftzug zu verſtärken, auf andern aber ein ſehr heftiges Feuer unentbehrlich iſt.

Mit jenem Blaſekaſten iſt eine andere praktiſch wichtige Vorrichtung verbunden. Die Röhre, durch welche das den Keſſel ſpeiſende Waſſer aus dem Behälter ihm zugeführt wird, läuft in Windungen durch den Blaſekaſten, ſo daß ein langer Faden des Speiſewaſſers der Hitze des aus dem Cylinder entweichenden und in dem Kaſten eingeſchloſſenen Dampfes ausgeſetzt iſt. In dem Durchgange durch dieſe Röhre wird das Waſſer von 12° auf 80° Reaum: erwärmt. Die Feuerungsmittel, die nöthig ſeyn würden, dieß zu bewirken, werden daher erſpart, und man berechnet, daß dieß $^1/_6$ der zur Verdampfung des Waſſers erforderlichen Feuerung beträgt. Noch wichtiger aber in einem Dampfwagen iſt es, daß ein Theil des Gewichts der Maſchine erſpart wird, ohne ihr dadurch etwas von ihrer Kraft zu entziehen. Während das Waſſer in der oben beſchriebenen wurmförmigen Röhre die Wärme des in dem Blaſekaſten enthaltenen Dampfes aufnimmt, condenſirt es $^1/_6$ des überflüſſigen Dampfes, welches dann von hier in den Waſſerbehälter geführt wird, ſo daß man auf

Digitized by Google

dieſe Weiſe $1/_{6}$ an Gewicht und Raum des Waſſers erſpart, das auf dem Wagen zur Speiſung des Keſſels geführt werden muß.*)

Die Erfahrung hat bewieſen, daß dieſe Vorrichtung alle Nachtheile verhütet; die durch Geräuſch enſtehen könnten.

In allen Keſſeln verurſacht die heftige Aufwallung bei dem Sieden eine Bewegung im Waſſer und viele Gegenſtrömungen, durch welche der Dampf, wenn er auf der Oberfläche des Waſſers frei wird, einen anſehnlichen Theil des Waſſers in mechaniſcher Miſchung mit ſich wegnimmt. Geht dieſes Waßer, das keine der Eigenſchaften des Dampfes beſitzt, und die Kraft des Dampfes, mit welchem es ſich vermiſcht, nicht verſtärkt, durch die Cylinder, ſo wird ſehr viel Hitze und Waſſer verſchwendet, und es entſtehen andere nachtheilige Wirkungen. In jedem Keſſel müſſen daher Vorkehrungen gemacht werden, um das in dem Dampfe enthaltene Waſſer abzuſcheiden, ehe der Dampf in den Cylinder übergeht. In gewöhnlichen, aus Metallplatten beſtehenden Keſſeln dient der über der Oberfläche des Waſſers befindliche große Raum, der Dampfraum, zu dieſem Zwecke. Der Dampf wird hier nicht bewegt oder geſtört, das mit demſelben mechaniſch vermiſchte Waſſer fällt daher vermöge ſeiner Schwere, und im oberen Theile bleibt der reine Dampf zurück. In den kleinen röhrenförmigen Keſſeln aber hat die Sache größere Schwierigkeit gehabt. Die engen Räume, in welchen das Sieden hier ſtattfindet, ſind Urſache, daß ſich mehr Waſſer mit dem Dampfe vermiſcht, als in gewöhnlichen Keſſeln ſtatt-

*) In Keſſeln für ſtehende Maſchinen oder für Dampfſchiffe wird die Dampfröhre, nachdem ſie durch den Blaſekaſten gegangen iſt, fortgeſetzt, und läuft in mehreren Windungen über den Keſſel, um die überflüſſige Hitze nach dem Durchgange durch den Keſſel und ehe ſie den Rauchfang erreicht, aufzunehmen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß bei Dampfwagen auf Heerſtraßen die durch durch die überflüſſige Hitze gewonnene Kraft nicht hinlänglich iſt, das Gewicht der Kohlen fortzuſchaffen, die nöthig ſind, ſie zu unterhalten.

finden würde, und der Mangel eines Dampfraums macht die Abſonderung des Waſſers von dem Dampfe etwas ſchwierig. Man hat dieſe Nachtheile durch mehrere ſehr ſinnreiche Erfindungen beſiegt. Ich habe bereits den durch die Einrichtung der Röhren bewirkten ſchnellen und regelmäßigen Umlauf des Dampfes beſchrieben. Die Regelmäßigkeit der Dampfſtrömungen in dieſen Röhren vermindert allein ſchon die Vermiſchung des Waſſers mit dem Dampfe. Dazu kommt noch das wirkſame Abſonderungsmittel, welches der Keſſel I gewährt, ein ziemlich großer eiſerner Cylinder, der außer dem unmittelbaren Einfluße des Feuers angebracht iſt. Der Dampf wird zum Theil ſchon in dem Cylinder H von dem Waſſer abgeſondert, und der mit dem Waſſer mechaniſch vermiſchte Dampf, der ſogenannte feuchte Dampf, geht in den Abſonderungs-Cylinder I über. Hier wo der Dampf gleichſam in ruhendem Zuſtande iſt, fallen die Waſſertheilchen nieder, und der reine Dampf bleibt in dem oberen Theile des Cylinders. Dieſer Abſonderungs-Cylinder vertritt daher völlig die Stelle des Dampfraums über der Oberfläche des Waſſers in den großen Keſſeln. Der trockene Dampf wird geſammelt, um durch die Röhre N zum Treiben der Maſchine ausgeleert zu werden, während das auf dem Boden geſammelte Waſſer durch die Röhre T in den unterſten Cylinder D geführt wird, um wieder durch den Keſſel ſeinen Umlauf zu machen.

Die Kolben der Maſchine wirken auf die Achſen der Hinterräder des Wagens, welche die Maſchine tragen, mittelſt Kurbeln, wie bei den Dampfwagen auf der Liverpool-Bahn, ſo daß die Achſe ſich ſtets umdreht, während die Maſchine arbeitet. Die auf der Achſe befindlichen Räder ſind nicht beſtändig an derſelben befeſtigt, wie bei den Eiſenbahn-Wagen, ſondern können ſich auf ihr umdrehen, wie gewöhnliche Wagenräder. In den Rädern ſind unmittelbar auf den Achſen zwei hervorragende Hebel befeſtigt, die ſich mit der Achſe drehen und die Stellung zweier entgegengeſetzten Radſpeichen haben. Sie können bald an das Rad befeſtigt, bald wegge-

nommen werden, ſo daß ſie nach dem Belieben des Wagenführers die Räder treiben, ſich mit der Achſe zu bewegen, oder der Achſe die Freiheit laſſen, ſich unabhängig von dem Rade, oder dem Rade ſich unabhängig von der Achſe umzudrehen. Die Maſchine kann mittelſt dieſer Hebel ein Rad oder beide treiben. Werden beide Hebel mit den Rädern in Verbindung gebracht, ſo bringt die Kurbelſtange beide Räder zum Umdrehen, und in dieſem Falle tritt dieſelbe Wirkung ein, die wir bei den Dampfwagen auf der Liverpool-Bahn ſehen. Selten aber iſt dieß nöthig, da die Adhäſion eines Rades mit der Straße gewöhnlich hinreichend iſt, den Wagen fortzutreiben. Der Wagen wird meiſt nur durch eines der beiden Hinterräder getrieben. Die Vorderräder drehen ſich wie gewöhnliche Wagenräder. Die Stellung dieſer Räder kann von dem Wagenführer nach Belieben mittelſt einer einfachen Vorrichtung verändert werden, und ſo wird der Wagen ſtets mit Genauigkeit und Leichtigkeit geführt.

Die zur Forttreibung eines Wagens auf gewöhnlichen Straßen nöthige Zugkraft verändert ſich nach der Beſchaffenheit der Straße, und daher iſt auch der Druck auf die Kolben der Maſchine einer Veränderung unterworfen. Noch mehr Veränderungen aber bewirken die Unebenheiten der Heerſtraßen. Die unvermeidliche Veränderung in der Stärke der treibenden Kraft wird erlangt, wenn der Dampf in dem Keſſel mittelſt des Regulator-Ventils geregelt wird, wie wir bereits bei der Beſchreibung der Dampfwagen auf Eiſenbahnen angegeben haben. In dem vorliegenden Falle aber geht man weiter. Der Dampf in dem Keſſel kann zu einem Drucke von 100 bis 200 Pfund auf den Quarbratzoll geſpannt werden, wogegen der Druck auf den Kolben nicht über 30 bis 40 Pfund ſteigen darf. So ſteht dem Wagenführer ſtets eine unermeßliche Dampfkraft zu Gebote, und iſt ein Hügel zu überſteigen oder wird der Weg rauh, ſo kann er die Kraft erlangen, die er braucht, um die Schwierigkeiten zu beſiegen.

Zwei Schwierigkeiten giebt es, welche man bei der An-

Digitized by Google

wendung der Dampfwagen auf Heerſtraßen immer gefürchtet hat, erſtens die Erlangung hinlänglicher Kraft, um über Anhöhen und rauhe Straßenſtrecken zu kommen, zweitens die vermeinte Unzulänglichkeit der Adhäſion der Räder auf Heerſtraßen. Die erſte dieſer Schwierigkeiten hat man dadurch zu überwinden geſucht, daß man ſtets einen Dampf von ſehr hohem Drucke mit vollkommener Sicherheit im Keſſel unterhielt. Was die andere Schwierigkeit betrifft, ſo haben alle Verſuche gezeigt, es ſey kein Grund zu der Vorausſetzung, daß die Adhäſion der Räder unzureichend zum Forttreiben ſey. Gurney fuhr mit ſeinem Dampfwagen über bedeutende Anhöhen auf den Straßen um London.

Ein doppelter Kolbenhub bewirkt eine Umdrehung der treibenden Räder, und nöthigt den Wagen, ſich über einen Raum zu bewegen, der dem Umfange der Räder gleich iſt. Es iſt daher klar, daß, je größer der Durchmeſſer der Räder iſt, der Wagen deſto beſſer zu geſchwinder Fortſchaffung paßt, wogegen Räder von kleinerem Durchmeſſer beſſer für Kraftwirkung ſind. Die von der Maſchine auf die Räder ausgeübte forttreibene Kraft ſteht im umgekehrten Verhältniſſe mit dem Durchmeſſer der Räder. Bei Wagen, die beſtimmt ſind, ſchwere Laſten mit mäßiger Geſchwindigkeit fortzuſchaffen, wird man kleinere Räder anwenden, wogegen bei denjenigen, welche Reiſende mit bedeutender Schnelligkeit fortſchaffen ſollen, Räder von wenigſtens 5 Fuß Durmeſſer die vortheilhafteſten ſind.

Unter den vielen Vorurtheilen, zu welchen die neue Erfindung Anlaß gab, iſt in ſeinen Wirkungen das nachtheiligſte und in ſeiner Falſchheit das auffallendſte, die Meinung, daß Dampfwagen den Straßen ſchädlicher ſeyen, als die von Pferden gezogenen Wagen. Dieſer Irrthum iſt in dem Berichte des zur Unterſuchung der Dampfwagen-Angelegenheiten ernannten Ausſchuſſes des britiſchen Unterhauſes klar und gründlich aufgedeckt worden. Es wird darin einleuchtend dargethan. daß Dampfwagen eine Straße nicht ſchneller verderben, als gewöhnliche Wagen, ſondern daß die Füße der

Digitized by Google

Pferde eine Straße ſchneller zerſtören, als die Wagenräder. Dampfwagen können breite Felgenkränze haben und wirken daher auf die Straße wie Walzen, wodurch die Oberfläche derſelben Feſtigkeit erlangt. Die treibenden Räder, die erweislich nicht auf der Straße gleiten, wirken nicht nachtheiliger, als die gewöhnlichen rollenden Räder, daher wird die Straße durch Dampfwagen nicht mehr abgenutzt, als durch gewöhnliche Wagen, aber die durch die ſtampfenden und aufwühlenden Pferdefüße verurſachte Abnutzung der Straße iſt oft weit bedeutender, als die zerſtörende Wirkung der Wagenräder. In dem angeführten Berichte iſt es erwieſen, daß die Einführung von Dampfwagen weſentlich zur Erhaltung der Landſtraßen beitragen wird, und daß Reiſende dadurch eben ſo viel erſparen werden, als ſie an Vortheilen ſchneller Fortſchaffung gewinnen.

Man hat das Gewicht der bei Dampfwagen nöthigen Maſchinerie zuweilen als einen Einwurf gegen ihre praktiſche Nützlichkeit angewendet. Gurney behauptet, es laſſe ſich durch Verbeſſerung der Maſchinerie das Gewicht ſeiner Wagen, ohne ihre fortreibende Kraft zu ſchwächen, auf 35 Zentner herabſetzen, mit Ausnahme der Ladung, der Feuerungs-Mittel und des Waſſers; aber er glaubt das Gewicht noch mehr vermindern zu können.

Ein von Gurney gebauter Dampfwagen, der 8 Stunden geht, verrichtet nach ſeiner Angabe das Werk von ungefähr 30 Pferden. Er berechnet, daß das Gewicht ſeines forttreibenden Wagens, der 18 Perſonen ziehen kann, dem Gewicht von 4 Pferden gleich, und der Wagen, in welchem die Reiſenden ſitzen, eben ſo ſchwer, als ein gewöhnlicher ſey, der dieſelbe Perſonenzahl faſſen könne. Die ganze Vorrichtung des forttreibenden Wagens und des Perſonenwagens würde daher ſo ſchwer ſeyn, als eine gewöhnliche Poſtkutſche mit 4 Pferden.

Dampfwagen werden zur Fortſchaffung von Perſonen oder Gütern auf gewöhnlichen Straßen in doppelter Art benutzt, entweder trägt der Wagen die Laſt, oder er zieht ſie,

Digitized by Google

und man hat bald die eine, bald die andere Weiſe verſucht. Jede hat ihre Nachtheile und Vortheile. Trägt derſelbe Wagen die Maſchine und Ladung, ſo wird das Gewicht des Ganzen im Verhältniſſe zu der Ladung geringer ſeyn, und es kann ein größerer Druck auf die Räder hervorgebracht werden, um die Ladung fortzutreiben; auch glaubt man, es laſſe ſich eine größere Leichtigkeit in der Wendung und Leitung des Fuhrwerks, eine größere Sicherheit in dem Hinabfahren von Anhöhen und eine Erſparung am Anlage-Kapital dadurch erlangen. Dagegen werden die Reiſenden, wenn ſie ſich mit der Maſchine auf demſelben Wagen befinden, durch das Geräuſch der Maſchinerie und durch die Hitze des Keſſels und des Heerdes beläſtigt. Die Gefahr einer Exploſion iſt zwar ſo gering, daß ſie vielleicht kaum Erwähnung verdient, aber ſelbſt die Furcht vor einer Gefahr, ſey ſie auch ungegründet, ſollte nicht unbeachtet bleiben. Dieſe Beſorgniß wird offenbar gehoben oder vermindert, wenn die Reiſenden in einem von der Dampfmaſchine abgeſonderten Wagen ſitzen; der größte Vortheil einer ſolchen Abſonderung aber iſt, daß es dadurch erleichtert wird, eine Maſchine mit einer andern zu vertauſchen, wenn unterwegs ein Unfall oder eine Störung eintritt, und wofern ein ſolcher Unfall an einem Orte eintrete, wo keine neue Maſchine zu haben wäre, ſo könnten die Reiſenden durch Pferde weiter geſchafft werden, bis ein anderer Dampfwagen erlangt würde. Auch darin liegt ein Vortheil, daß die Wagen für Reiſende, wenn die Maſchinen ausgebeſſert oder gereiniget werden müſſen, nicht müſſig zu bleiben brauchen. Es iſt nicht dieſelbe Zahl von Wagen für Reiſende nothwendig, wenn die Maſchine gebraucht wird, ſie zu ziehen, als wenn man den Dampfwagen benutzt, ſie zu tragen.

Wird eine ſehr ſtarke Dampfmaſchine gebraucht, ſchwere Ladungen fortzuſchaffen, ſo würde es unausführbar ſeyn, die Maſchine und die Ladung auf vier Räder zu ſtellen, da der Druck ſo bedeutend ſeyn würde, daß keine Heerſtraße ihn tragen könnte. In dieſem Falle wird es unumgänglich nöthig ſeyn, wenigſtens einen Theil der Ladung auf beſondere

Digitized by Google

Wagen zu legen, um von der Maſchine gezogen zu werden.

Vergleicht man Dampfwagen mit gewöhnlichen, ſo iſt kein Vortheil; denn jene geben, einleuchtender, als die Sicherheit, die ſie dem Reiſenden gewähren. Die Dampfkraft ſteht vollkommen in unſerer Gewalt und ein Dampfwagen läßt ſich mit bewunderungswürdiger Genauigkeit lenken. Man kann ihn plötzlich zum Stillſtehen bringen, wie groß auch die Schnelligkeit der Bewegung ſey; er läßt ſich in einem kleineren Raume wenden, als für einen vierſpännigen Wagen nöthig iſt. Bei Wendungen um ſcharfe Ecken iſt keine Gefahr, wenn der Wagenführer nur die gewöhnliche Sorgfalt anwendet. Dagegen hat man Pferde weit weniger in der Gewalt, zumal bei der Schnelligkeit, die jetzt der Reiſende für nothwendig hält. „Die Gefahr, daß die Pferde durchgehen und der Wagen umgeworfen werde — ſagt Farey in dem Gutachten, daß er dem Ausſchuſſe des Unterhauſes gab — wird bei einem Dampfwagen ſehr vermindert. Es iſt ungemein ſchwer, vier ſolche Pferde zu lenken, die eine ſchwere Poſtkutſche 10 engliſche Meilen in einer Stunde ziehen können, wenn ſie ſcheu werden oder durchgehen, und bei ſo ſchnellem Fahren müſſen ſie ſo munter erhalten werden, daß ſie immer Luſt haben durchzugehen, zumal bergab und bei ſcharfen Krümmungen der Straße. Dampfkraft hat wenig Gefahr, da man ſie vollkommen in der Gewalt hat und hemmen kann, wenn es bergab geht. Nur bei großer Nachläſſigkeit kann ein Dampfwagen umgeworfen werden. Die Möglichkeit, daß der Wagen breche, wird nicht größer, als in Puſtkutſchen ſeyn, wenn gehörige Sorgfalt angewendet wird. Die Gefahr des Zerſpringens des Keſſels, iſt die einzige neue Gefahr, die bei den Dampfwagen eintritt, und dieſe ſcheint ſich mit der Gefahr, welcher man bei Pferden ausgeſetzt iſt, nicht vergleichen zu laſſen."

Wie gering die Gefahr des Zerſpringens ſey, wenn ſie wirklich vorhanden iſt, beweiſt die Thatſache, daß die Keſſel der Dampfwagen auf der Liverpool-Bahn, die größer und

Digitized by Google

nicht ſo ſtark als Gurney's Maſchinen ſind, nie verderbliche Wirkungen durch Exploſion gehabt haben, wiewohl ſie oft geſprungen ſind. Dr. Lardner ſtand nahe bei einem Dampfwagen, als der Keſſel ſprang. Es hatte weiter keine Wirkung, als daß das Waſſer durch die Röhren in das Feuer lief, und daſſelbe auslöſchte.

In Fig. 172 ſehen wir Gurney's Dampfwagen, der einen Wagen für Reiſende nach ſich zieht.

Eine der größten Schwierigkeiten, welche Dampfwagen auf Heerſtraßen zu überwinden haben, iſt die Fahrt über ſehr ſteile Anhöhen; denn man giebt allgemein zu, daß mäßige Anhöhen keine bedeutende Schwierigkeiten darbieten, ſelbſt bei dem jetzigen Zuſtande unſerer Kenntniſſe. Die Thatſache, daß Gurney mit ſeinem Wagen über die Anhöhe Ad Highgate, die an einem Punkte 1 in 9 Fuß Steigung hat, gekommen iſt, zu einer Zeit, wo ſein Dampfwagen noch ſehr unvollkommen war, entſcheidet die Frage über die Möglichkeit, jene Schwierigkeit zu überwinden. Es bleibt jedoch noch zu entſcheiden, ob die Unbequemlichkeit, welche mit der Auffindung von Mitteln, den Schwierigkeiten bei ſteilen Steigungen zu begegnen, verbunden ſind, nicht größer ſey, als der Vortheil, ſie überwinden zu können. Farey, deſſen Meinung hier großes Gewicht hat, glaubt, daß es im Ganzen vortheilhafter ſey, auf ſehr ſteilen Anhöhen Poſtpferde zur Unterſtützung des Dampfwagens zu nehmen, als ſich der Unbequemlichkeit auszuſetzen, für ſelten vorkommende Fälle die nöthige Kraft und Stärke der Maſchinerie ſich zu verſchaffen. Kommt es bloß darauf an, eine bewegende Kraft zu erlangen, ſo ſcheint es mir, daß Gurney's Keſſel völlig hinreichend ſeyn würde, alles zu leiſten, was erforderlich wäre, um über irgend eine Anhöhe auf einer Heerſtraße zu gelangen, aber man darf nicht vergeſſen, daß nicht bloß ein reichlicher Vorrath von bewegender Kraft, ſondern auch eine Stärke und ein Gewicht der Maſchinerie, die im Verhältniß zu der ausübenden Kraft ſtehen, unentbehrlich ſind. Die Stärke und das Gewicht, die nöthig ſind, um ſehr ſteile An-

höhen zu befahren, ſind weit größer, als man ſie auf einer ebenen Straße oder bei geringen Höhen braucht, und es folgt daraus, daß, wenn wir über ſolche ſteile Hügel durch die bloße Kraft des Dampfwagens gelangen, die Maſchine mit der ganzen Laſt der Maſchinerie beladen werden muß, die für ſolche Nothfälle erforderlich iſt, während eine ſolche Zuſatzlaſt auf allen andern Theilen der Bahn gar nicht gebraucht wird, und daher hindert, inſofern dadurch ein gleiches Gewicht an Gütern ausgeſchloſſen wird, die man ſonſt hätte fortſchaffen können. Es iſt jedoch zu bemerken, daß über dieſen Punkt abweichende Meinungen unter den Kunſtverſtändigen herrſchen und Einige es für ausführbar halten, eine Maſchine ohne unbequemes Gewicht zu bauen, die über alle Anhöhen auf einer Heerſtraße gelangen könnte.

Wie dem auch ſeyn möge, die Schwierigkeit iſt von der Art, daß ſie bei dem in England befolgten verbeſſerten Straßenbau-Syſtem verhältnißmäßig unbedeutend iſt. Müßte man bei Anhöhen, welche die Dampfmaſchine nicht überwinden kann, Pferde zu Hülfe nehmen, ſo würde ein ſolcher Beiſtand höchſtens dreimal auf den Heerſtraßen zwiſchen London und Holyhead nöthig ſeyn und daſſelbe gilt von anderen Straßen, auf welchen lebhafter Verkehr iſt. Ich theile daher Farey's Meinung, daß es wenigſtens für jetzt beſſer ſeyn werde, Wagen zu bauen, die geeignet ſind, ohne Beiſtand über mäßige Anhöhen zn gelangen, und Poſtpferde zu nehmen, wenn dieß nicht möglich iſt.

In dem Keſſel, der in dem von Walter Hancock angegebenen Dampfwagen gebraucht wird, geſchieht die Theilung des Waſſers auf die Art, daß ein Behältniß durch dünne Metallplatten abgetheilt iſt, und das Waſſer überall zwiſchen einem Plattenpaar fließt, durch welche die Flamme und die heiße Luft fortgetrieben werden.

Mehrere dünne Waſſerſchichten ſind hier auf beiden Seiten der ſtärkſten Wirkung der Flammen und der heißen Luft ausgeſetzt, ſo daß der Dampf von hohem Druck reichlich und ſchnell erzeugt wird. Die Platten, die den Keſſel bilden,

ſind durch ſtarke eiſerne Klammern verbunden, die ſich über den Keſſel erſtrecken. Die Entfernung zwiſchen den Platten beträgt 2 Zoll. Es giebt zehn flache Waſſerkammern dieſer Art, und zwiſchen ihnen zehn Feuerzüge. Unter den Zügen iſt der Feuerheerd oder Roſt, wo ſechs Quadratfuß Kohlen hell brennen. Die Kammern ſind alle bis auf $^2/_3$ ihrer Tiefe mit Waſſer gefüllt, und das andere Drittel iſt der Dampfraum. Die Waſſerkammern ſind in der ganzen Reihe an dem oberen Theile und dem Boden mit einander verbunden, und werden durch zwei große Riegel zuſammengehalten. Nimmt man dieſe Riegel weg, ſo fallen die Kammern auseinander, Eine Pumpe führt das Waſſer dem Keſſel zu, und der Dampf geht aus dem Mittelpunkt eines der Kanäle am obern Theile.

Die Keſſel ſind ſo eingerichtet, daß ſie einen Druck von 400 bis 500 Pfund auf den Quadratzoll aushalten können; aber der durchſchnittliche Druck des Dampfes auf das Sicherheits-Ventil iſt 60 bis 100 auf den Quadratzoll. Es ſind 100 Quadratfuß Oberfläche in Berührung mit dem Waſſer, das dem Feuer ausgeſetzt iſt. Ein ſolcher Dampfwagen legt 8 engliſche Meilen zurück, ehe friſche Vorräthe von Kohlen und Waſſer eingenommen werden. Er braucht gegen zwei Buſhel (168 Pfund) entſchwefelte Kohlen auf eine ſolche Station.

Hancocks Dampfwagen unterſcheidet ſich dadurch von Gurney's Maſchine, daß in jenem die Reiſenden und die Maſchine ſich auf einem und demſelben Wagen befinden. Der Keſſel iſt hinter dem Wagen. Ein Maſchinenhaus befindet ſich zwiſchen dem Keſſel und den Reiſenden, die auf dem vorderen Theile des Wagens ſitzen, ſo daß die ganze Maſchinerie hinter ihnen iſt. Die Wagen haben Platz für 14 Reiſende, und wiegen außer ihrem eigenen Gewichte, gegen $3^1/_2$ Tonnen. Die Radfelgen ſind $3^1/_2$ Zoll breit. Hancock behauptet, die Einrichtung ſeines Keſſels ſey von der Art, daß ſelbſt bei dem Zerſpringen deſſelben keine Gefahr zu fürchten ſey, noch auch ein anderer Nachtheil als eine Hemmung des Wagens. Nach ſeiner Angabe kam der Wagen,

Digitized by Google

während er 9 engliſche Meilen in einer Stunde zurücklegte und mit einem Druck von ungefähr 100 Pfund auf den Quadratzoll wirkte, plötzlich zum Stillſtehen gebracht werden. Anfänglich bemerkte man die Urſache der Hemmung nicht, als man aber einen der Hähne des Keſſels öffnete, fand ſich, daß weder Dampf noch Waſſer darin war. Bei weiterer Unterſuchung fand man, daß der Keſſel geſprungen war. Als man die Schrauben der Riegel löste, zeigten ſich in den Wänden der Waſſerkammern mehrere große Oeffnungen, durch welche das Waſſer in das Feuer gefloſſen war, aber man hatte weder Geräuſch noch eine Exploſion bemerkt, und der Unfall hatte ſonſt keine gefährlichen Folgen.

Dieſer Keſſel hat einige auffallende Mängel. Es iſt offenbar, daß die dünnen flachen Platten diejenige Form ſind, welche, mechaniſch betrachtet, die geringſte Stärke gewähren, und wie es ſcheint, wird auch kein weſentlicher Vortheil gewonnen, der durch die Vergrößerung der dem Feuer ausgeſetzten Oberfläche Erſatz geben könnte. Es iſt ein großer Mangel, daß ein Theil der Oberfläche jeder Platte der Wirkung des Feuers ausgeſetzt iſt, während er nicht in Berührung mit dem Waſſer iſt. In dem obern Theile der erwähnten Räume iſt nur Dampf enthalten. Kunſtverſtändige haben bemerkt, und Verſuche beſtätigen es, daß wenn Dampf auf der Oberfläche des Waſſers erhitzt wird, er ſich zerſetzt und ſeine Elaſticität verliert, dieß aber iſt nicht der einzige Nachtheil, der mit jener Einrichtung des Keſſels verbunden iſt; denn auf dieſen Theil des Metalls wirkt dennoch das Feuer, zwar mit geringerer Stärke, als auf denjenigen, der das Waſſer enthält, aber doch ſo ſtark, daß das Metall dadurch zerſtört wird. Hancock ſuchte, wie es ſcheint, dieſem Mangel dadurch abzuhelfen, daß er den flachen Waſſerkammern eine veränderte Stellung gab, indem er die unteren auf die Stelle der obern brachte und umgekehrt. Dieß mochte zu einer gleichmäßigen Abnutzung der nicht vom Waſſer berührten Platten durch die Wirkung des Feuers führen, aber das Ganze wurde darum nicht minder ſchnell zerſtört. Es

ſcheint keine Vorkehrung zur Abſonderung des Dampfes von dem mit ihm vermiſchten Waſſer vorhanden zu ſeyn, und wirklich hat dieſe Maſchine nichts, was die Stelle des Abſonderungs-Verhältniſſes in Gurney's Dampfwagen vertreten könnte. Es muß dadurch viel Kraft ungenutzt verloren gehen.

Die Roſtſtäbe ſind einer ſo ſtarken Hitze ausgeſetzt, daß ſie in einer ſtets gebrauchten Maſchine kaum eine Woche dauern; der Zug auf dem Heerde wird durch ein von der Maſchine in Bewegung geſetztes Gebläſe bewirkt. Dieß iſt vielleicht der größte Mangel dieſer Maſchine. Die Kraft, welche zur Bewegung dieſer Vorrichtung gebraucht und der Maſchine entzogen wird, iſt ſehr bedeutend. Hancock hat die auf den Achſen angebrachten Kurbeln aufgegeben, und dafür eine Kette ohne Ende und Zahnräder eingeführt. Auch dies hält Dr. Lardner für einen Mangel und für die Urſache eines großen Kraftverluſtes, wiewohl dadurch freilich die Schwächung der Achſe, welche die Kurbeln immer bewirken, vermieden wird.

Nathanael Ogle erhielt ein Patent auf einen Dampfwagen und machte einige Zeit Verſuche mit ſeiner Erfindung; da er aber ſeine Bemühungen aufgegeben zu haben ſcheint, ſo vermuthet Dr. Lardner, daß es ihm nicht gelungen iſt, diejenigen Bedingungen zu erfüllen, ohne welche die Maſchine nicht mit Erſparniß und Vortheil benützt werden konnte. Nach den Angaben, die er dem Ausſchuſſe des Unterhauſes mittheilte, beſtehen der Boden und der Obertheil des Keſſels aus Querſtücken, die inwendig cylindriſch und auswärts viereckig ſind. Durch dieſe Stücke gehen Löcher, und durch das Ganze zieht ſich eine Luftröhre, Das innere Loch der unteren Oberfläche und das untere Loch der oberen ſind etwas größer, als die übrigen. Die Luftröhre umgiebt ein kleiner Cylinder, deſſen Rand die größere Oeffnung der innern Oberfläche der unteren Vorrichtung, und die obere Oberfläche der oberen umſchließt. Beide werden durch Schrauben zuſammengehalten. Die Querſtücke werden durch Verbindungs-

ſtücke vereinigt, und das Ganze iſt ſo feſt verbunden, daß Hancock nach ſeiner Angabe in einem zehnmal kleinern Raume und bei einem zehnmal geringern Gewichte dieſelbe erhitzende Oberfläche und eben ſo viel Kraftwirkung, als durch andere Keſſel mit niedrigem Drucke gewonnen werden kann, bei weit größerer Sicherheit erlangt. Der Keſſel, mit welchem er ſeine Verſuche anſtellte, hat eine erhitzende Oberfläche von 250 Fuß, in einem Raume, der 3 Fuß 8 Zoll hoch, 3 Fuß lang, 2 Fuß 4 Zoll breit, und gegen 8 Zentner ſchwer war. Er verſorgte 2 Cylinder mit Dampf, welche durch ihre Kolben mit einer Kurbelachſe verbunden waren, je nachdem es das Bedürfniß der Maſchine verlangte. Ein Rad wurde hinlänglich befunden, außer unter ſehr ſchwierigen Umſtänden und bei Steigungen von 1 in 6 Fuß. Die Cylinder, aus welchen der Keſſel beſteht, ſind ſo klein, daß ſie einen größern Druck zu ertragen vermögen, als durch die Feuerung unter dem Keſſel erlangt werden könnte, und wenn einer dieſer Cylinder auf irgend eine Weiſe beſchädigt werden ſollte, ſo würde er bloß als ein Sicherheits = Ventil für die übrigen wirken. Selbſt bei dem größten Drucke iſt nach Hancocks Verſicherung ſeyn Keſſel nie geſprungen und nach zwölfmonatlichem Gebrauch nie gereiniget worden.

Dr. Church in Birmingham erhielt mehrere Patente auf Erfindungen, die mit Dampfwagen für Heerſtraßen in Verbindung ſtanden. Es bildete ſich ein Verein vermögender Männer in Birmingham, um Maſchinen nach ſeinem Plane zu bauen. Sein Keſſel iſt von Kupfer. Das Waſſer befindet ſich zwiſchen zwei Kupferplatten, die durch kupferne Nägel verbunden ſind, ungefähr in der Art, wie der obere Theil einer Matraze mit dem untern. Dieſe Doppelplatten bilden einen rechtwinkligen Kaſten, deſſen Inneres den Feuerheerd und das Aſchenloch enthält. Ueber dem Ende deſſelben befindet ſich der Dampfkaſten. Der unmittelbaren Wirkung des Feuers iſt eine ſo große Oberfläche ausgeſetzt, daß mit großer Schnelligkeit Dampf erzeugt wird. Bei ſolchen Keſſeln iſt es ſehr ſchwierig, den Niederſchlag wegzuräumen, der ſich zwi-

Digitized by Google

ſchen zwei ſo enge verbundenen Kupferplatten als Pfannenſtein anhäufen muß. Church wollte ihn durch eine ſich leicht mit demſelben verbindende Säure wegſchaffen. Es iſt das Mittel, welches Gurney auf Wollastons Empfehlung gebrauchte, er hat jedoch nach ſeiner Verſicherung gefunden, daß es bei der gewöhnlichen Benutzungsart der Keſſel nicht anwendbar iſt.

Auch fürchtet Dr. Lardner, daß in den Räumen zwiſchen den Kupferplatten, welche den beſchriebenen Keſſel in Churchs Maſchine bilden, die entſtehenden Dampfblaſen nicht leicht genug entweichen können, und wenn ſie in dem, der Wirkung des Feuers ausgeſetzten Theile des Keſſels zurückbleiben, ſo wird das Metall einen ungehörigen Grad von Hitze erhalten. Ich habe übrigens dieſen Dampfwagen in Thätigkeit geſehen und ſeine Leiſtungen ſehr befriedigend gefunden.

Verſchiedene andere Pläne, Dampfwagen auf Heerſtraßen anzuwenden, ſind mehr oder weniger vorgeſchritten, von welchen wir nur die von Maudslay und Field, Maccerone und Ruſſel in Edinburg entworfenen nennen, aber die dieſem Werke geſteckten Grenzen erlauben uns nicht, in eine umſtändliche Beſchreibung einzugehen.

Anhang II.

Die Eiſenbahnen in den vereinigten Staaten von Nordamerika.[1])

Nordamerika iſt, wie faſt kein anderes Land, durch ſeine phyſikaliſche Oberflächen-Beſchaffenheit zur Communi-

[1]) Wir bemerkten ſchon S. 40 dieſer Schrift, daß wir auf des Königlich-Franzöſiſchen Gen.-Adjutant. im Genie-Corps, Herrn Guill.

kation mittelſt Kanälen und Kunſtſtraßen geeignet. Seine ungeheuren Flüſſe, ſeine weiten Meerbuſen und Buchten, ſo wie ſeine großen Landſeen bilden zuſammen ein Ganzes der innern Schifffahrt, ſo wie es kein anderes Feſtland darbietet. Es entſteht dadurch ein Gürtel von natürlichen, und der Küſte paralellen Kanälen von mehr als 1800 Lieues (über 1000 deutſche Meilen) Länge, auf denen Segelböte und Segelſchiffe aller Art von der öſtlichen Gränze der Union bis zum Golf von Mexiko gehen.

Das Land wird durch das Alleghani=Gebirge in zwei Abhänge, in einen öſtlichen und in einen weſtlichen getheilt. Wir unterſcheiden daher auch zweierlei Linien von Eiſenbahnen in Nordamerika. Wir begreifen unter der Atlantiſchen Linie alle diejenigen, welche einen zweiten künſtlichen, den Küſten paralellen Verbindungs=Gürtel bilden, und unter dem Namen der Atlantiſchen Linie nach Weſten, alle diejenigen Eiſenbahnen, welche direkte oder indirekte Verbindungen zwiſchen jener erſten Linie und den Gegenden weſtlich von den Alleghany=Gebirgen, hervor oder in Gang gebracht haben.

Die am Ufer liegenden Länder ſind am bevölkerteſten; ſie waren ſchon durch die Dampfſchifffahrt, welche den Handelsgeiſt der Bewohner der Ufer des Atlantiſchen Meeres ſo ſehr unterſtützt hat, vereinigt. Dennoch war dieſes Verbindungs=Mittel nicht hinreichend; das Bedürfniß einer raſchern und

---

Tell Pousin, eben ſo wichtiges als intereſſantes Werk: „Cheminse de Fer Américains“ (Paris 1836) zurückkommen würden. Leider kam es ſo ſpät in unſere Hände, daß wir erſt jetzt, in einem Anhange, es benutzen können. Wir geben einen gedrängten Auszug aus dem beſchreibenden und techniſchen Theil des Buchs, der unſern Leſern um ſo angenehmer ſeyn dürfte, da bis jetzt noch keine Ueberſetzung davon erſchienen und daſſelbe theuer iſt. Die Amerikaniſchen Eiſenbahn=Anlagen ſind ſo großartig, ſie entfalten ſo manches techniſch Wichtige und Eigenthümliche, daß wir mit dieſem Anhange unſer Werk weſentlich zu bereichern glauben dürfen.

Digitized by Google

größern Communikation gab Veranlaſſung zu der Anlage von Eiſenbahnen, deren Wohlthaten die entfernteſten Generationen einſt empfinden werden und mittelſt denen einſt Boſton mit Neu-Orleans verbunden ſeyn wird; eine ſolche Verbindung exiſtirt ſchon theilweiſe durch Eiſenbahnen und theilweiſe durch Dampfſchiffe.

Wir beginnen die Beſchreibung dieſer großen Atlantiſchen Linie, indem wir von Oſten nach Weſten vorgehen und betrachten Boſton, die Hauptſtadt von Maſſachuſetts, als öſtlichen Ausgang, und Charleſton in Südcarolina als ſüdweſtlichen Endpunkt.

Einfache Eiſenbahn von Boſton nach Providence.

Eine durch alle großen Städte an den Ufern des Atlantiſchen Oceans gehende Verbindungs-Linie hatte, wegen den ſo häufigen Handelsverbindungen zwiſchen dieſen verſchiedenen Mittelpunkten des Verkehrs, um ſo mehr Intereſſe für die Union, die Eiſenbahn zwiſchen Boſton und Providence wurde daher das erſte Glied der großen Kette.

Die Dampfſchifffahrt auf dem Sunde, der Meerenge zwiſchen dem Feſtlande und Long-Island, verband New-York und Providence an der Spitze der Bucht von Narraganſett im Staate von Rhode-Island in 12 bis 15 Stunden; dieſe Entfernung beträgt zu Waſſer 80 Lieues (48 deutſche Meilen). Von Providence nach Boſton beträgt die Enfernung auf dem gewöhnlichen Wege 17½ Lieues (10½ deutſche Meilen), die man mit Wagen in 5 Stunden zurücklegte, ſo daß die ſcheinbare Entfernung zwiſchen Boſton und New-York 17 bis 20 Lieues (10 bis 12 Meilen) betrug. Im Winter, wenn die meiſten nördlichen Häfen durch Eis verſperrt ſind, muß die Reiſe zu Lande mit der Poſt gemacht werden, die Umwege verfolgt und den Weg 120 Lieues (72 Meilen) lang macht.

Die Eiſenbahn zwiſchen Boſton und Providence war daher eine der erſten in den vereinigten Staaten. Die-

Digitized by Google

ſelbe durchſchneidet ein coupirtes Terrain, welches den Waſſertheiler zwiſchen den Gewäſſern bildet, die einerſeits in den Meerbuſen von Maſſachuſetts und anderntheils in dem von Narraganſett fließen. Der höchſte Punkt liegt 79 Meter (252 rheinl. Fuß[1]) über dem Meere bei Providence. Man überſteigt dieſelbe durch einen langen und tiefen Einſchnitt und durch eine Rampe, deren ſtärkſter Abhang 7 Millemeter auf 1 Meter nicht überſteigt. Obgleich die Koſten eines ſolchen Terrain-Einſchnitts ſehr bedeutend waren, ſo zog man es doch vor, ſie daran zu wenden, als ſteilere Rampen mit feſtſtehenden Maſchinen zu wählen. — Die Erdarbeiten ſind auf eine doppelte Bahnlinie berechnet und haben daher eine Breite von 7,8 Meter (22⅓ rheinl. Fuß.)

Die Bahn geht von der Promenade in Boſton aus und durchſchneidet den Meeresarm, welcher die Stadt von der Vorſtadt Roxbury trennt, auf einem künſtlichen Damm, der zum großen Theil aus der, aus den benachbarten Moräſten gegrabenen Erde und auf einer gewiſſen Strecke aus Pfählen beſteht, die, ſo lange ſie nachgaben, eingerammt und dann unter der Oberfläche des Waſſers oder der Moräſte gleich hoch abgeſchnitten wurden. Auf dieſem Pfahlwerk führte man nun ein Mauerwerk von Bruchſteinen bis zur erforderlichen Höhe der Bahn auf. Dieſe letztere Conſtruktions-Methode iſt nur an den ſeichten Punkten der Meeresenge angewendet worden; da, wo das Waſſer tief war, machte man Aufſchüttungen.

Dieſer Damm hat faſt 1700 Meter Länge und hat ſehr viel Koſten verurſacht, da die Ebbe und Fluth an jenem Punkt Niveau-Differenzen von 3,3 Metr. (10½ Fuß) giebt. Dennoch iſt das Werk fortwährend ſehr feſt. Man hat auf dem Damm eine Doppel-Bahn vorgerichtet.

Von Roxbury ſetzt die Bahn bis nach Canton fort und durchſchneidet den Moraſt von Nepomſett ebenfalls

---

[1]) Wir nehmen bei dieſen Reductionen 1 Meter = 3 Fuß, 2 Zoll, 3 Linien rheinl. an.

Digitized by Google

auf einem Damme, welcher nach denſelben Prinzipien, wie der von Roxbury conſtruirt iſt. Die Höhe der Waſſerſcheide durchſchneidet die Bahn mittelſt eines Terrain-Einſchnittes von 22 Meter (70 Fuß) Tiefe und bei einem mittlern Anſteigen von 7 Millim. auf 1 Meter (ungefähr 1 Linie auf 1 Fuß.) Von der Waſſerſcheide ſetzt die Bahn über Sharon und Attleborough bis nach Providence fort; das Maximum des Abfalls beträgt 4 Millim. auf 1 Met. (1½ Lin. auf 3 Fuß)

Die Schienen ſind gewöhnlich engliſche Stabſchienen (ſieh Fig. 11, 16 ꝛc.); ſie ſind 4,57 Meter (14½ rheinl. F.) lang und daher höchſt wahrſcheinlich, was Herr Pouſſin nicht bemerkt, gewalzte, von denen das laufende Meter 27 Kilogr.)56,7 Pf. Cölln.) wiegt. Die Schienen liegen in gußeiſernen Stühlen, von denen jeder 4,3 Kilogr. (9 Pf.) wiegt und dieſe ſind auf Blöcken oder Querſchwellen (ſ. Fig. 38,39) befeſtigt, die aus dem Holze der amerikaniſchen Ceder beſtehen. Dieſe Schwellen liegen 1,22 Meter (3 Fuß 10½ Zoll) auseinander und ruhen auf kleinen Mauern auf der neu angefertigten Chauſſee, oder auf hölzerne, der Länge nach gelegten Balken, oder auf dem feſten, natürlichen Geſtein. Schienen und Schienenſtühle ſind aus England eingeführt.

Die Bahn ſoll mit aus England kommenden Dampfwagen befahren werden, welche den ganzen Weg zwiſchen Boſton und Providence, deſſen Länge mittelſt des Schienenwegs 67,591 Metr. oder ungefähr 17 Lieues (10,2 deutſche Meil.) beträgt in zwei Stunden zurücklegen können.

Die Actiengeſellſchaft bildete ſich 1831, die Arbeiten begannen 1833, und in dieſem Jahre 1836 wird die ganze Bahn vollendet worden ſeyn. — Dieſelbe Geſellſchaft hat auch noch den Bau einer 3755 Meter langen, einfachen Seitenbahn nach Durham unternommen, von der das laufende Meter 42 Fr. gekoſtet hat.

Digitized by Google

Ueberſichts-Tabelle der Eiſenbahn von Boſton nach Providence:

Länge.	Ausgeglichene Abhänge.	Steigen.		Veranſchlagte Koſten auf ein Metr.	Bewegende Kraft.	Krümmungs-Halbmeſſer.	Geſchwindigk. in der Stnnde.	Gewicht der Schienen.
10,2 deutſche Meilen.	227 Met. 707 rhl Fuß	1/142	1/240	50 Fr.	Maſchinen.	1800 Meil.	33 Kilomet 8761 pr. Ruth. 4,4 Meil.	56,7 42 Pf.

Die Anzahl der im Jahre 1834 täglich auf der Bahn reiſenden Perſonen betrug 500. — Die Actien ſtehen jezt 124 Procent.

Wir geben auch in der folgenden Tabelle eine Ueberſicht von den Reſultaten der Conſtruction auf der Fortſetzung der Bahn

von Boſton nach Neu-York.

Entfernung in Preuß. Ruthen.			Gebrauchte Zeit.	Koſten für den Reiſenden
Zu Waſſer.	Auf der Eiſenbahn.	Abſolute Entfernung.		
85658 (43 Meilen.)	17755 (8,8 Meilen.)	103,085 (52 Meilen.)	14 Stunden.	42,4 Fr.

Einfache Eiſenbahn von Providence nach Stonington.

Stonington iſt ein Dorf im Connecticut, am Ufer des Sund, und iſt mittelſt eines Molos oder Hafendammes den Schiffen zugänglich, die auf dieſe Weiſe gegen das Eis geſchüzt werden, welches im Winter zuweilen einen Theil des Providence-Fluſſes verſtopft,

Ueber die Zahlenverhältniſſe der Bahn giebt die folgende Tabelle Auskunft. Das Terrain iſt günſtig, obwohl etwas

coupirt und die höchſte Erhebung über dem Meeresſpiegel beträgt 61 Meter (194½ Fuß), welche jedoch ſo vertheilt iſt, daß die Bahn ſehr leicht mit Locomotiven befahren werden kann, denn das Maximum des Steigens beträgt 6 Millim. auf 1 Meter (ungefähr 0,8 Linie auf 1 Fuß.)

Die Bahn durchſchneidet eine Menge von Fabriken und Manufakturen und mehrere ſehr bevölkerte Dörfer.

Der granitiſche Boden lieferte hinreichendes und treffliches Material zum Legen der Schienen. Einige Gewäſſer ſind mittelſt hölzernen Brücken mit Widerlagemauern überſchritten.

Die Arbeiten haben erſt 1833 begonnen; Erdarbeiten und Nivellements ſind 7,61 Meter (21¼ Fuß) breit gemacht, damit 4 Reihen von Schienen Platz finden können; obwohl jetzt nur 2 Reihen nebſt den nöthigen Ausweichplätzen, um den freien Verkehr von den entgegengeſetzten Seiten nicht zu verhindern, vorhanden ſind. Man hat bei dem Bau der Eiſenbahn gänzlich dieſelben Prinzipien angewendet, als bei der Strecke von Boſton nach Providence. Das laufende Meter der Schienen wiegt 20 Kilogr. (42 Pf.) und die Koſten für das laufende Meter betragen 33 Fr.; bei Schienen, von denen das Meter nur 15,75 Kilogr. und bei fortlaufenden hölzernen Unterlagen, nur 25 Fr.

Die ganzen Ausgaben für dieſe Bahn ſind zu 6,038,894 Francs veranſchlagt worden, die folgendermaßen vertheilt ſind:

Erdarbeiten für eine doppelte Bahn .	2,680,904	Fr.
Conſtruktion einer einfachen Bahn, Ausweichſtellen ꝛc.	2,544,000	„
Ankauf der Ländereien, Befriedigungen ꝛc.	265,000	„
Transportmittel ꝛc. . . . . . . , . .	548,990	„
Summa	6,038,894	Fr.

Dieß macht auf die Lieue 312,000 Francs, oder 78 Fr. auf das laufende Meter mit Einſchluß aller Koſten und für eine doppelte Bahn auf die Lieue 340,000 Fr. auf die Lieue und 85 Fr. auf das laufende Metre.

Digitized by Google

Ueberſichts-Tabelle der einfachen Eiſenbahn von Providence nach Stonngton.

Länge.	Ausgeglichene Abhänge.	Steigen. Mari-mum.	Steigen. Mittel.	Veranſchlagte Koſten.	Bewegende Kraft.	Krümmungs-Halbmeſſer.	Geſchwindig-keit in der Stunde.	Gewicht der Schiene.
76,884 Meter 10,21 Meilen.	89,30 Meter 284 Fuß.	$^1/_{150}$	$^1/_{440}$	78 Fr.	Ma-ſchine.	1800 Meil. 5835 Fuß.	33 Kilm. 4,4 Meil.	20 Kil. 42 Pf.

Dieſe Bahn iſt jetzt in der Ausführung begriffen; da aber ihre Verbindung mit der Eiſenbahn von Boſton einen ſichern Erfolg verſpricht, ſo ſtehen ihre Actien ſchon 109 Pro-cent. Iſt die Bahn zwiſchen Boſton und Neu-York erſt vollendet, ſo wird die Entfernung betragen:

Auf dem Waſſerwege	225½	Kilogr.	24,3 Meilen.
Auf der Eiſenbahn .	144½	„	14 „
Die abſolute Entfernung	370	„	49 „

Eiſenbahn von Long-Island.

Die Schifffahrt auf dem Sunde erleidet durch Stürme und widrige Winde manchen Aufſchub und im Winter wird ſie durch Anhäufung von Eis an dem öſtlichen Theil der Enge zuweilen gänzlich unterbrochen. — Um ſolche für die Verbindung zweier ſo groſser Städte, wie Boſton und Neu-York nachtheilige Unterbrechung zu vermindern, und um zu allen Zeiten eine direkte Verbindung unterhalten zu können, ſind zwei Vorſchläge gemacht worden. In Folge des erſten ſollte die Eiſenbahn auf dem Feſtlande fortgeſetzt werden und ſich ſo wenig wie möglich von dem Ufer des Sundes entfer-nen. Man ſchätzt die Länge dieſes Weges auf ungefähr 36 deutſche Meilen, die Koſten der Anlage auf 30 Millionen Francs. — Nach dem zweiten Vorſchlage ſollte die Bahn die ganze Länge von Long-Island verfolgen. Dieſe Inſel be-

grånzt den Sund von der Meeresſeite und dehnt ſich paralell mit dem Ufer von dem Staat Rhode-Island bis zur Rhede von Neu-York aus, deren hauptſächlicher Schutz ſie von der Oſtſeite iſt. Die Eiſenbahn auf Long-Island würde mit der von Boſton nach Stonington durch eine Dampfſähre in Verbindung geſetzt werden, die zwiſchen Stonington und Greenport ginge, welche Orte nur 5½ Meilen von einander entfernt ſind.

Der Hafen von Greenport iſt eine neuerlich entdeckte Rhede, ungefähr zwei Lieues weſtlich von der Mündung des Flußes Connecticut entfernt; ſie beſitzt eine große Waſſertiefe und iſt zu allen Zeiten und bei allen Winden zugänglich. Ohne Zweifel giebt ſie einen von den beſten Ankergründen auf dieſem Theile von der Oſtküſte und würde ſehr zweckmäßig das Entrepot dieſer neuen Landverbindung mit dem Weſten bilden.

Die ganze Länge der Bahn auf Long-Island beträgt ungefähr 33 Lieues (13,2 Meilen), und da das Terrain lediglich Alluvium und ohne Coupirungen iſt, ſo würde ihre Ausführung keine künſtliche koſtbare Arbeiten, wie Mauerwerk, Erdarbeiten u. ſ. w. erfordern. Man nimmt daher an, daß eine ſolche Bahn für 120,000 Francs, die franz. Meile oder das laufende Metre für 40 Francs dargeſtellt werden kann.

Die ganze Bahn von Boſton nach Neu-York würde auf dieſer Linie daher 334,373 Metre oder 83½ Lieues (50 deutſche Meilen) betragen, von denen nur 9 Lieues auf der Dampffähre zu machen und die in 11½ Stunden zurückzulegen ſeyn würden. — Es hat ſich zur Ausführung dieſes Plans bereits eine Actien-Geſellſchaft gebildet, die ein Kapital von 7 Millionen Franken gezeichnet hat.

Sie hat ihre Berechnungen der Einnahme auf folgende Beobachtungen der Handels-Bewegungen an den verſchiedenen Hauptpunkten, die hauptſächlich bei einem ſolchen Unternehmen intereſſirt ſind, begründet. Man hat ſich überzeugt, daß die Einnahme von dem Transport der Reiſenden

Digitized by Google

zwiſchen Providence, Newport und Neu-York, bei einem Perſonengelde von 30 Fr., jährlich die Summa von 2,375,000 Franken geben würde.

Man nimmt an, daß nur die Hälfte davon zu dem Betrieb der Unternehmung der Eiſenbahn erforderlich ſeyn würde . . . . 1,187,500 Fr.

Das Perſonengeld von Stonington, Norwich, Neu-London und Neu-York	1,300,000 „
Das Perſonengeld von Long-Island .	290,000 „
Die Transportkoſten für Kaufmanns-Waaren betragen	735,000 „
und die Hälfte davon für die Eiſenbahn	367,500 „
Transport von Collis ꝛc.	50,000 „
Ganze jährliche Einnahme nach dem jetzigen Zuſtande der Dinge	3,195,000 Fr.

Ein Theil der Eiſenbahn auf Long-Island, der zwiſchen Jamaika und Brooklyn iſt bereits in der Ausführung begriffen. Dieſe Strecke iſt 19,312 Metre oder ungefähr 5 Lieues (3 Meilen) lang und ſoll mit Dampfwagen befahren werden. Das Terrain iſt ſehr günſtig, die höchſte Steigung, die nur bei einer Dürre ſtattfindet, welche ſich durch die ganze Inſel erſtreckt, beträgt $^1/_{264}$ oder $3^3/_4$ Millim. auf 1 Metre.

Die Bahn geht aus der Mitte von Jamaika, einem großen Dorfe mit ſehr vielen Landhäuſern, reicher New-Yorker ab, gelangt mit einem regelmäßigen Steigen auf den höchſten Punkt der Dürre und geht auf deren Weſtſeite mit einem regelmäßigen Fallen von $^1/_{330}$ oder von 3 Millimeter auf ein Meter nach der Stadt Brocklyn. Man paſſirt keine Gewäſſer und auf großen Strecken iſt das Niveau ganz natürlich, ſo daß nur ſehr wenige Erdarbeiten erforderlich geweſen ſind. Brookelyn, eine Stadt von 20,000 Einwohnern, iſt ein bedeutender, Neu-York gegenüberliegender Handelsort, der mit dem letzteren durch eine regelmäßige Dampfſchifffahrt verbunden iſt.

Digitized by Google

An den Stellen, wo das Terrain etwas zu tief unter den Schienen lag, hat man eine Art von Gerüſt in der Form von Brücken vorgerichtet, auf welchen jene befeſtigt worden ſind.

Man hat bei dieſer Bahn eine Conſtruktions-Art befolgt, die etwas verſchieden von der bis jetzt angewendeten iſt, die billiger, und, wie man hofft, eben ſo dauerhaft iſt. Statt der Quer- oder Längenſchwelle wendet man nämlich aufrechtſtehende Hölzer zu den Stützpunkten der Schienen an. Sie ſtehen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt, im Meter auseinander, ſind 30 Centim. (faſt 1 Fuß) ſtark und 1 Meter ($3^{1}/_{6}$ F.) lang. Mit ihrem ſtärkſten Ende ruhen ſie, wie Zaunpfähle, auf dem Boden und das Erdreich um dieſelben iſt ſehr feſt geſtampft. Auf der Oberfläche ſind ſie in dem für die Schienen angenommenen Niveau abgeſchnitten. — Jede zweite Reihe dieſer Pfeiler iſt mittelſt einer eiſernen Querſtange von geringer Stärke verbunden, die durch Krampen, jedoch ſo befeſtigt iſt, daß ſie über die Oberfläche der Pfeiler nicht hervorſteht. Dieſe wird mit einem fettigen, im heißen Zuſtande aufgetragenen Ueberzuge verſehen, um ſie gegen die Einwirkungen des Wetters zu ſichern.

Die Stabſchienen haben unten eine flache, breite Kante, und ruhen unmittelbar auf dem Kopfe dieſer Pfeiler. Dieſe Conſtruktionsweiſe hat nur 17 Fr. das laufende Meter für eine einfache Bahn gekoſtet, oder 68,000 Fr. die Lieue, oder mit den Erdarbeiten 120,000 Fr., oder 30 Fr. das laufende Meter.

Man iſt der Meinung, daß eine ähnliche Conſtruktion 15 Jahre dauern wird, ehe es nöthig iſt, die Pfeiler auszuwechſeln, welches übrigens immer mit nur einem Koſtenaufwande von 24,000 Fr. die Lieue geſchehen kann.

Man wendet zu den Pfeiler Akazien-, Lerchen-, ferner das Holz der weißen Eiche, der Fichte und des Kaſtanien-Baumes an.

Die ganzen Koſten des Unternehmens ſind auf 800,000 Fr. veranſchlagt, von denen 250,000 Fr. auf den Ankauf

Digitized by Google

der mit Barrieren verſehenen Chauſſee kommen, welche bereits zwiſchen den beiden Endpunkten der Bahn exiſtirt.

Die Intereſſen eines ſolchen Kapitals zu 6% betragen	48,000 Fr.
Die Verwaltungskoſten der Bahn ſind veranſchlagt zu	15,000 „
Die jährlichen Reparaturen . .	15,000 „
Summa der jährlichen Ausgaben	78,000 Fr.

Die Geſchwindigkeit in der Stunde beträgt 18 Kilometer ($2^1/_3$ preuß. Meilen à 2000 Ruthen, 1 Kilometer = 1000 Met. = 265,5 preuß. Ruthen, 1 Ruthe = 12 Fuß = 3,766 Met.) — Die Actien der Geſellſchaft ſtehen jetzt 115 Procent.

Verbindung zwiſchen New-York und Philadelphia.

Neu-York der größte Handelsplatz der Union und Philadelphia, nicht minder wichtige Handels- und Hauptſtadt einer, in Hinſicht auf Ackerbau und Gewerbe, vorzüglichen Provinz des großen Vereins waren ſeit langer Zeit ſchon durch zwei Wege mit einander verbunden; durch eine Kunſtſtraße zum Transport der Reiſenden, ungefähr 40 Lieues (24 deutſche Meilen) lang, die in 10 Stunden zurückgelegt werden und durch einen Kanal zum Transport der Waaren, welche in 24 Stunden von einem Ort zum andern transportirt werden können.

Es exiſtiren zwei Projecte, die den Zweck haben, Philadelphia bis auf 7 Stunden Entfernung mit Neu-York zu verbinden. Bei dem einen hat man die bereits auf einem Theil des Weges zwiſchen beiden Städten exiſtirende Dampfſchifffahrt, mit benutzt; nach dem andern verfolgt die Bahn gänzlich den Landweg. Das erſte Project iſt bereits ausgeführt, das andere iſt in der Ausführung begriffen und ſchon größtentheils vollendet. Wir betrachten zuvörderſt die erſte von den beiden Bahnen.

Digitized by Google

Doppelte Eiſenbahn von Amboy nach Camden.

Amboy in Neu-Jerſey liegt an den Ufern der Bucht und der Rhede gleiches Namens, an der Mündung des Raritan. Sein Hafen iſt ein vortrefflicher Ankerplatz für die nach Neu-York beſtimmten Fahrzeuge, die während des Winters wegen des Eiſes, welches der Hudſon-Fluß ins Meer führt, in dieſem fremden Hafen zurückhalten werden.

Camden, ebenfalls in Neu-Jerſey liegt am linken Ufer des Delaware, Philadelphia gerade gegenüber. Dampffähren bilden eine Art fliegender Brücken zur Verbindung der beiden Ufer, ohne jedoch die Fahrt mit Segelſchiffen zu hindern, die bis nach Irenton geht, woſelbſt die Ebbe und Fluth aufhört.

Von Neu-York nach Amboy findet durch die Kills genannten Engen eine Schifffahrt mittelſt Segel- und Dampfböten ſtatt. Dieſer natürliche, auf der einen Seite von der Raten-Inſel, und auf der andern Seite von Neu-Jerſey gebildete Kanal, kann, begünſtigt von der Ebbe und Fluth, in $1^1/_2$, höchſtens in 2 Stunden durchlaufen werden.

Die Eiſenbahn beginnt bei einem Quai zu Camden, an welchem die Dampfböte landen, und gelangt mittelſt einer Rampe von $^1/_{117}$ Steigen, das heißt, von 9 Millimeter auf 1 Meter (4 Linien anf 3 Fuß) auf eine Höhe. Von hier ab zieht ſich die Bahn in ſüdweſtlicher, ziemlich gerader Richtung nach Bordentown an den Ufern des Delaware; ſie geht durch Herbertsville, Spottswood und Ceatreville. Die hier verfolgten Krümmungen haben Halbmeſſer von mindeſtens 550 Met. Von Bordentown nimmt die Bahn eine mehr ſüdliche Richtung und folgt alsdann dem Ufer des Delaware-Fluſſes bis Camden. Dieſer Theil iſt in gerader Richtung geführt und liegt faſt horizontal, indem das Maximum des Steigens nur $^1/_{244}$, oder 4 Millimeter auf 1 Meter beträgt. Sie geht auf ſchon gebauten Viadukten über mehrere Flüſſe. die ganze Länge beträgt 98,168 Met., oder $24^1/_2$ Lieues (14,7 Meil.)

Digitized by Google

Geneigte Ebenen (Bremsberge) ſind nicht vorhanden, allein die Rampen ſind etwas ſtark.

Die Schienen ſind Stabſchienen von gewalztem Stabeiſen, 15½ Fuß lang, oben 2 Zoll, in der Mitte (Verſtärkungsrippe) ½ Zoll und unten 3$^{1}/_{12}$ Zoll ſtark und 3,5 Zoll hoch. Das Meter wiegt 19,42 Kilogr. (40,7 Pf.); ſie ſind aus England gekommen, und 100 Kilom. haben 20 Franken gekoſtet. (Siehe Fig. 23.)

Schienenſtühle ſind nicht angewendet, ſondern die Schienen ruhen unmittelbar auf Tragſteinen, und haben zu dem Ende Lappen mit Löchern an den Enden. Die Tragſteine ſind 1$^{11}/_{12}$ Zoll im Quadrat ſtark und 9½ Zoll hoch, und liegen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt 3 Fuß 10½ Zoll auseinander. Um die Schienen auf den Steinen zu befeſtigen, ſind in dieſe Löcher gebohrt, in dieſe hölzerne Nägel geſteckt, in welche man alsdann die durch die Löcher in den Schienen gehenden Nägel treibt. Um den Stoß zu vermindern, liegen zwiſchen den Steinen und den Schienen kleine Brettſtückchen. — Die Entfernung zwiſchen den innern Rändern der beiden Schienenreihen beträgt 4 Fuß 7 Zoll.

Die Bahn iſt ſehr gut ausgeführt und wird mit Dampfwagen von M. N. L. Stevens befahren, die bedeutende Vervollkommnungen erhalten haben, beſonders um den Widerſtand zu überwinden, den die Krümmungen leiſten, oder um den Verluſt an Kraft in dieſen Krümmungen der Eiſenbahn, zu erſetzen. Eine zweite Verbeſſerung geſtattet, die Dämpfeproduktion des Keſſels zu verdoppeln. Man hat mit Vortheil Anthracit als Brennmaterial angewendet.

Die Anlagekoſten der Bahn ſind folgende:

Conſtruktion der doppelten Eiſenbahn ſelbſt	5,937,717	Fr.
Ankauf von Ländereien	613,698	„
Dampfböte	954,000	„
Transportmittel, Locomotiven, Wagen ꝛc.	220,411	„
Erbauung der Quaien	45,972	„
Summa	7,771,798	„

Digitized by Google

Ueberſichts-Tabelle der doppelten Eiſenbahn-Linie von Amboy nach Camden.

Länge.	Steigen.		Veranſchlagte Koſten; das Meter.	Wirkliche Koſten; d. Meter.	Bewegende Kraft.	Krümmungs-Halbmeſſer.	Geſchwindigkeit in der Stunde.	Gewicht der
	Maximum.	Mittel.						
98,168 M. 24½ Lieues 14,7 Meil.	1/117	1/244	80 Fr.	118 Fr.	Maſchine.	550 M. 1752 F.	33 K. M. 4,4 Meil.	19,4[illegible] Kil. 40,7 Pf.

Die Actien dieſer Bahn ſtehen jetzt 150%. Man legt den Weg zwiſchen Neu-York und Philadelphia, theils mittelſt der Eiſenbahn von Amboy nach Camden (24½ Lieues 14,7 Meilen) und theils auch dem Dampfboot (9 Lieues, 5,4 Meilen), in 5 Stunden zurück und bezahlt dafür mit Einſchluß der auf dem Dampfboote verabreichten Beköſtigung, für den erſten Platz 15 Fr. 90 Cent. (ungefähr 4 Rthlr.) und für den zweiten Platz 10 Fr. 60 Cent. (ungefähr 2 Rthlr. 18 Groſchen.)

Die zweite Verbindung zwiſchen Philadelphia und Neu-York findet, wie wir ſchon bemerkten, ganz zu Lande ſtatt, auf den Eiſenbahnen drei verſchiedener Geſellſchaften und auf der Kunſtſtraße einer vierten. Dieſe Eiſenbahn-Linie erfüllt nicht allein den Hauptzweck, die genannten beiden Städte mit einander, in 6 bis 7 Stunden zu verbinden, ſondern genügt auch den localen Erforderniſſen eine Reihe blühender Städte, durch welche ſie geht, wie Newark, Elizabethtown, Neu-Braunſchweig, Queenston, Kingston, Princeton, Trenton und Bristol.

Wir betrachten dieſe verſchiedenen Bahnen der Linie, eine jede beſonders.

Einfache Eiſenbahn von Paterſon.

Dieſelbe hatte anfänglich den Zweck, Neu=York mit der Fabrikſtadt Paterſon in eine direktere Verbindung zu ſetzen. Sie hat im Allgemeinen eine Richtung von Oſten nach Weſten, und geht von der Stadt Jerſey, am Ufer des Hudſon, Neu=York gegenüber, aus, und durch einen 15 Met. (48 Fuß) tiefen Einſchnitt in Felſen, durch die Hügel von Bergen und Berry. Sie iſt im Ganzen 26 Kilometer (6903 preuß. Ruthen = 3½ Meile) lang, und weicht nur um 468 Met. von der geraden Linie ab. Das größte Steigen beträgt 6½, das mittlere 4 Millimeter auf 1 Meter. Die Breite beträgt 1,44 Met. (= 4 Fuß 7 Zoll). Alle Erdarbeiten ſind auf eine zweite Bahn eingerichtet, die nächſtens vorgerichtet werden wird. Der Transport wird mittelſt Dampfwagen bewirkt.

Die Eiſenbahn mußte auf einem bedeutenden Theil ihrer Länge durch eine ſumpfige Gegend geführt werden und auf dieſer hat man folgende Conſtruktionsmethode angewendet. Man hat auf zwei einander paralellen und von Mittelpunkt zu Mittelpunkt 2 Fuß 10¾ Zoll auseinander liegenden Linien 2 F. 4½ Z. bis 2 F. 10¾ Z. tiefe und 17 Zoll weite Löcher ausgegraben und dieſelben mit zerſchlagenen Steinen, ſo wie ſie zu den macadamiſirten Kunſtſtraßen angewendet werden, ausgefüllt, die alsdann ſo feſt als möglich geſtampft werden. Auf dieſen künſtlichen Grund hat man Querbalken von Cedern= und Akazienholz gelegt und rechtwinklich auf dieſe und in derſelben Richtung mit der Eiſenbahn 6 und 7½ Zoll ſtarke Längenbalken von Fichtenholz, die in die Querbalken eingelaſſen ſind. Auf dieſe Längenbalken ſind die ſtabeiſernen (Fig. 6 ähnlichen) Schienen, von denen das laufenden Meter 12 Pfund wiegt, und die ½ Zoll ſtark, und 2⅔ Zoll breit ſind, aufgenagelt worden.

Ueber die, für die Segelböte fahrbaren, Flüſſe Päſſaic und Hackenſack, geht die Bahn mittelſt Brücken. Um die Schiffe frei paſſiren zu laſſen, erhält ein Theil dieſer Brü=

cken zwei Bewegungen, eine niedergehende und eine horizontale, damit ſich die Brückenbahn mit den Schienen trennt, und eine hinlängliche Oeffnung zum Durchgange der Segel entſteht.

Die Anlagekoſten ſind auf zwei Millionen Fr. veranſchlagt, und da die jährlichen Intereſſen aus den Ueberſchüſſen zu 12% berechnet worden, ſo iſt der Stand der Actien 115%.

Einfache Eiſenbahn von Neu-Jerſey.

Dieſelbe hat von Jerſey aus, ungefähr auf eine franz. Meile die vorhergehende Bahn zum Mitgebrauch. Ihre ganze Länge von Jerſey nach Neu-Braunſchweig beträgt 48 Kilomet. oder 12 Lieues (7,2 Meilen); ſie iſt faſt in gerader Richtung fortgeführt, und hat nur zwei Krümmungen, deren geringſter Halbmeſſer 300 Meter beträgt. Das Maximum des Steigens iſt = $^1/_{230}$ d. h. 5 Millim. auf 1 Meter.

Die wie die Schienen der vorhergehenden Bahn geſtalteten Schienen ſind auf Balken genagelt, welche auf einem künſtlichen Grunde von kleinen Steinen liegen.

Die Anlagekoſten ſind auf 4 Millionen Franken, d. h. das laufende Meter auf 82 Fr., die jährliche Dividende iſt zu 16% veranſchlagt worden, ſo daß die Actien einen Stand von 123% haben.

Der Theil der großen Verbindungs-Linie zwiſchen Neu-Braunſchweig und Trenton iſt eine faſt $10^1/_2$ Lieues ($6^1/_4$ Meilen) lange Kunſtſtraße, welche in der Folge mit eiſernen Gleiſen belegt, oder mit Dampfkutſchen befahren werden ſoll. Die vierſpännigen Stangen-Wagen machen den Weg jetzt in wenigſtens 3 Stunden.

Einfache Eiſenbahn von Trenton nach Philadelphia.

Dieſelbe folgt dem rechten Ufer des Delaware und läuft auf einer langen Strecke mit dem Kanal paralell,

der Philadelphia mit Steinkohlen verſorgt, weßhalb die Bahn einer Concurrenz mit ſchiffbaren Flüſſen und Kanälen unterworfen iſt. — Die Bahn geht durch Briſtol und endigt im Innern von Philadelphia; ihre ganze Länge beträgt 45,060 Meter, oder 11¼ Lieues (6¾ Meilen.) In der Folge werden doppelte Schienenreihen vorgerichtet werden; um die Bahn ſchnell vollenden zu können, hat man ſich zuvörderſt nur auf eine einfache beſchränkt. Die Schienen ſind übrigens denen auf der Bahn von Paterſon gleich, und die Bahn wird ſowohl von Pferden als von Locomotiven befahren.

Die Anlagekoſten betragen 2,385,000 Fr., die jährliche Dividende beträgt 10%. Die Bahn iſt gänzlich vollendet. Die Actien ſtehen auf 107%.

Verbindung zwiſchen Philadelphia und Baltimore.

Dieſe beiden großen Plätze ſind durch zwei Wege verbunden, von denen der eine theils mittelſt eines Dampfbootes und theils auf einer Eiſenbahn, der andere auf einer Kunſtſtraße und nächſtens auf einer Eiſenbahn gemacht werden wird, Beide Städte liegen 48 Lieues (29 Meilen) auseinander, welche auf dem Dampfboot und auf der Eiſenbahn in 10½ Stunden, auf der Chauſſee in 18 bis 20 Stunden zurückgelegt, wozu aber in der Folge, wenn die Eiſenbahn-Linie gänzlich vollendet ſeyn wird, nur 7 Stunden erforderlich ſeyn werden.

Doppelte Eiſenbahn von Newkastle nach Trenchtown.

Dieſe Eiſenbahn durchſchneidet die Halbinſel des Delaware-Staates zwiſchen den genannten beiden Staaten, in der Nähe des großen Delaware-Kanals.

Die Eiſenbahn-Linie hat eine Länge von 26,073 Met. oder 6½ Lieues (faſt 4 Meilen); ſie weicht nur um 768 Met.

von einer geraden Linie ab. Sie hat ſechs verſchiedene Krümmungen, deren Halbmeſſer mindeſtens 3000 M. beträgt. Die Vertheilung der Rampen iſt ſo gemacht, daß deren Steigen zwiſchen $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{350}$, oder 5 bis 3 Millimeter auf 1 Meter beträgt und nur an einer Stelle iſt eine Rampe von $\frac{1}{176}$ oder von 5 Millimetern auf 1 Meter erforderlich geweſen. — Mit den Abzugsgräben iſt die Bahn 11 Meter (35 Fuß), die eigentliche Bahn nur 25¼ Fuß breit.

Ein großer Theil der Bahn hat hölzerne Unterlagen. Zu dem Ende hat man längs der Bahn Gräben aufgeworfen, dieſelben mit kleinen Steinen ausgefüllt, die feſtgeſtampft worden ſind. Auf dieſem künſtlichen Boden liegen 9½ Zoll breite und 4 Zoll ſtarke Bohlen von dem Holz der Hemlocks- oder Schirlingstanne; auf dieſen 7 Fuß 3 Zoll langen und 7½ Zoll ſtarken Querbalken von dem Holze der weißen Eiche, von Mittelpunkt zu Mittelpunkt 2 Fuß 10 Zoll auseinander liegend und auf den Bohlen mittelſt Nägeln befeſtigt. Auf dieſen Querbalken ruhen wieder paralell mit der Bahn liegende Balken von dem Holz der Georgiatanne, welche in jene eingelaſſen und auf denen die Schienen liegen.

Dieſe Schienen, ähnlich Fig. 6., ſind faſt 15 Fuß lang, 2⅙ Zoll breit, 7 Linien ſtark und wiegen 6,87 Kilom. (14,4 Pfund) das laufende Meter. Sie ſind mittelſt 12 Nägeln auf den Balken befeſtigt und die Löcher für dieſe Nägel in den Schienen ſind länglich viereckig. Unter den Enden der Schienen liegen kleine Eiſenplatten, welche verhindern, daß die Schienen in das Holz eingedrückt werden. Alles Eiſen zu der Bahn iſt aus England eingeführt.

Auf eine Länge von ungefähr 14½ Kilom. (3842 Ruthen = 1,9 Meilen) hat man Unterlagen von Granit angewendet, die 19 Zoll hoch und 11½ im Quadrat ſtark ſind. Sie liegen ebenfalls 2 Fuß 10 Zoll auseinander, und ſind in Löchern ſehr feſt mit Sand und Grus feſtgeſtampft. Auf den Tragſteinen liegen in gußeiſernen Stühlen, ähnlig Fig. 6 c,

Digitized by Google

die Balken. — In der Nähe von Newcastle geht die Bahn auf einem Damme durch einen Moraſt.

Dieſe Bahn iſt eine von den erſten in den vereinigten Staaten, indem ſie ſchon 1832 befahren werden konnte, welches mit Locomotiven geſchieht. Die Anlagekoſten auf das laufende Meter haben 106 Fr. betragen. Der Stand der Actien iſt 148%.

Doppelte Eiſenbahn von Philadelphia nach Baltimore.

Sie geht von dem Innern der erſten Stadt aus, und fällt auf eine Länge von 73,209 Metern, oder $18\frac{1}{4}$ Lieues ($10\frac{4}{5}$ Meilen) mit der weiter unten zu beſchreibenden Columbia-Eiſenbahn zuſammen. Das Terrain iſt hier ſehr günſtig, hat keine einzige Brücke nöthig gemacht; das ſtärkſte Steigen an einem Punkte beträgt $\frac{1}{120}$ oder von 8 Millim. auf 1 Meter, und übrigens beträgt das Maximum $\frac{1}{176}$ oder $5\frac{1}{2}$ Millim. auf 1 Meter. Der geringſte Krümmungs-Halbmeſſer beträgt 300 Meter.

Die Anlagekoſten einer doppelten Bahn auf hölzernen Unterlagen und mit flachen Schienen, iſt für 1 Lieues zu 160,000 Fr. veranſchlagt worden. Dieſer Theil der Bahn iſt in der Ausführung begriffen.

Von Susquehanna nach Baltimore beträgt die Länge der Bahn 66,071 Meter oder $16\frac{1}{2}$ Lieues (faſt 10 Meilen.) Die ganze Länge der Bahn von Philadelphia nach Baltimore beträgt daher 189,561 Meter = $47\frac{3}{8}$ Lieues = $20\frac{1}{2}$ Meilen, welche in 7 Stunden zurückgelegt werden können. Das Terrain iſt ſehr günſtig, und das Maximum der Steigungen beträgt $\frac{1}{264}$ oder $3\frac{3}{4}$ Millimeter auf das Meter. Die einzige Schwierigkeit, welche zu überwinden iſt, bietet das ziemlich enge Susquehanna-Thal dar, deſſen fal-

lende und ſteigende Rampen von fern ausgeglichen werden müſſen, wodurch die Koſten ſehr erhöhet werden.

Die Bahn iſt nur mit zwei Schienenreihen und nach der wohlfeilſten Conſtruktions-Methode begonnen, um bei der Anlage des zweiten Stranges von den Verbeſſerungen providiren zu können, die eine längere Erfahrung nothwendig herbeiführen muß. — Bei einer einfachen Bahn wird die franz. Meile ungefähr 132,000 Fr. koſten.

Nach Vollendung der Bahn wird man in 13 bis 14 Stunden von Neu-York nach Baltimore, welche Städte wenigſten 82 franzöſiſche oder faſt 50 deutſche Meilen, von einander entfernt liegen, gelangen könnnen.

Doppelte Eiſenbahn von Baltimore nach Waſhington.

Die erſten, bei dieſer Eiſenbahn zu erfüllenden Bedingungen beſtanden in einem möglichſt raſchen Transport der Reiſenden.

Die Erfahrung hat durch eine Reihe gut conſtatirter Reſultate gezeigt, daß der Widerſtand des Zugs auf einer horizontalen Bahn und bei einem Raddurchmeſſer von 91 Centimeter. (2 Fuß 10¾ Zoll rheinl.) gleich $\frac{1}{264}$ von dem Gewichte der Maſchine, und daß daher der Widerſtand gleich der Schwerkraft auf einem Abhange von $\frac{1}{264}$ oder von 3¾ Millimetern auf 1 Meter ſey. Hieraus hat man gefolgert, daß die Abhänge auf der projektirten Bahn dieſe Grenze nicht überſteigen dürfen.

Eben ſo iſt ſowohl durch die Theorie als durch die Praxis erkannt werden, daß jede bewegende Kraft, die auf eine ſtetige Weiſe, mit einer gewiſſen gegebenen Kraft wirken kann, dieſe Wirkung in einer begränzten Zeit zu verdoppeln im Stande iſt, indem ſie die bewegende Kraft auf das Maximum erhöhete. Man hat daraus gefolgert, daß die Ram-

pen keiner Eiſenbahn je einen Grad überſteigen müſſe, welcher eine doppelte Kraft von derjenigen erforderlich mache, die auf einem horizontalen Theil der Bahn angewendet werden muß.

Es folgt daher, daß die Kraft, welche dazu erforderlich iſt, um ein gegebenes Gewicht auf einem Abhange von $\frac{1}{264}$ zu bewegen, die doppelte von der ſeyn muß, die auf einem horizontalen Theil der Bahn nöthig iſt und dieſe müßte auch außerdem die Wirkung der Schwere des bewegenden Agen ſelbſt noch überwinden können. Wenn daher die Wirkung der Reibung mit $\frac{1}{264}$ ausgedrückt wird, und die Summe aller verſchiedenen Abhänge einer Bahn eine größere Neigung als $\frac{1}{264}$ als Reſultat giebt, ſo wird Zeitverluſt oder übermäßige Kraft auf den horizontalen Theilen ſtatt finden. Jedenfalls wird ein Verluſt in den erlangten Reſultaten, im Verhältniß zu den Transportkoſten, ſtatt finden.

Da aber bei dem Perſonen-Transport noch ein anderer Gegenſtand, die Sicherheit, in Betracht gezogen werden muß, ſo wird es alsdann unnütz, daß die Geſchwindigkeit auf den geneigten Ebenen größer, als auf den horizontalen Theilen ſey, und daß die Wirkung der Schwere vermehrt werden müſſe. Man hat daraus gefolgert, daß es nachtheilig ſey, die Steigungen größer, als $\frac{1}{264}$, oder $3\frac{3}{4}$ Millimeter auf 1 Meter zu machen.

Bei der Baltimore-Waſhington-Bahn iſt daher die Vertheilung der Abhänge nach dieſem Prinzip gemacht worden. Es kann daraus die Folgerung gemacht werden, daß die Dampfwagen eine ſolche Linie mit einer Geſchwindigkeit von 32 Kilometern, oder 8 Lieues ($4\frac{4}{5}$ Meilen) durchlaufen werden, oder den 15 Lieus langen Weg zwiſchen Baltimore und Waſhigton, in zwei Stunden. Eine ſolche Geſchwindigkeit erfordert daher eine Locomotiv-Maſchine von 6000

Digitized by Google

Kilogr. (12,600 Pf.) Gewicht, mit Rädern von 1,22 bis 1,52 Met. (3 Fuß, 10 Zoll, 8 Linien rheinl. bis 4 Fuß, 10 Zoll, 1 Linie Durchmeſſer.) — Das Minimum der Krümmungs-Halbmeſſer beträgt 400 Meter.

Bei der Conſtruktion der Bahn wurde man, localer Urſachen wegen, veranlaßt, hölzerne Unterlagen zu nehmen. Zu dem Ende hat man in der Richtung der Bahn-Linie parallele Gräben aufgeworfen, in welche ſehr feſt, kleine Steine geſtampft ſind. Auf dieſen künſtlichen Boden hat man 6 bis 7 Zoll ſtarke Balken gelegt und auf dieſe von 3 zu 3 Fuß Querbalken von 4½ Zoll Stärke, auf denen wiederum die 6 Zoll ſtarken fichtenen Balken liegen, welche den Schienen zur unmittelbaren Unterlage dienen. Dieſe ſind Stabſchienen mit einer 3⅓ Zoll breiten Baſis und faſt 2 Zoll hoch, ſo daß noch hinlänglicher Spielraum zwiſchen dem Rande der Räder und der Baſis der Schienen iſt. Gewöhnlich ſind dieſelben 4,57 Meter (14½ Fuß) lang und das laufende Meter wiegt 15,75 Kilom. (33 Pfund.)

Das laufende Meter der doppelten Bahn ſelbſt, hat 48 Franken 83 Cent. gekoſtet.

Die ganzen Anlagekoſten für die 48 Kilometer haben faſt 8 Millionen Fr. betragen.

Die Koſten für die Erdarbeiten ſind auf 81½ Fr. das laufende Meter veranſchlagt worden, oder das Kubikmeter im Durchſchnitt 2 Fr. 77 Cent.

Die Koſten der Maurerarbeiten ſind auf 35 Fr. 18 C. das laufende, oder auf 43 Fr. 56 C. das Kubikmeter, veranſchlagt worden.

Transportkoſten für die Kaufmanns-Waaren.[1]

Die Transportkoſten ſind nach den Koſten der Materialien und nach den folgenden Berechnungen beſtimmt worden.

---

1) Wir theilen dieſen Abſchnitt von dem Pouſſin'ſchen Werke wörtlich mit, weil er beſonders wichtig und muſterhaft ausgeführt

Eine Locomotiv=Maſchine mit einem Gewicht von	6500 Kil.	21,000 Fr.
Ihr Munitionswagen (Tender) nebſt Waſſer und Steinkohlen	5000 „	1908 „
Ein Perſonenwagen für 16 bis 20 Perſonen . . .	1170 „	3710 „
Frachtwagen zum Transport von Waaren, für 3 Tonnen Fracht	1250 „	795 „

Ein Dampfwagen von dem obigen Gewicht, kann 12 Transportwagen mit einer Beladung von 36,000 Kilogr. und mit einer Geſchwindigkeit von 3 bis 4 Lieues in der Stunde bewegen. Die Kraft der Adhäſion der beiden bewegenden Räder iſt zu 4000 Kilogr., das Verhälniß der Adhäſion zu 1/8 und der Widerſtand, den die Krümmungen und die Schwere veranlaſſen zu 9 Kilogr., für jede 1000 Kilogr., der ganzen Laſt, angenommen worden.

Da es jedoch wegen der gewöhnlichen Schwankungen der Handelsbewegungen zweckmäßiger iſt, anzunehmen, daß ein Drittel der Wagen leer fährt, ſo kann man 10 Wagen mit einer Ladung von 30,000 Kilogr. als die Gränze der Leiſtung eines ſolchen Dampfwagens annehmen.

Außerdem hat man auch angenommen, daß bei 10 im Gange befindlichen Wagen 40 zum Auswechſeln, zur Reparatur ꝛc. vorhanden ſein müſſen. — Eben ſo muß man ſtets zwei Dampf= und Munitionswagen haben, um im Fall eines Schadens, den der eine erleidet, ſogleich den anderu nehmen zu können.

Nach dieſen Beſtimmungen ſind die Transportkoſten bei Anwendung von Dampfwägen, berechnet worden. Es kommen noch dazu die Intereſſen von dem Kapital, welches zur

---

worden iſt, ſo daß er als Beiſpiel für ähnliche Berechnungen dienen kann. Daß das franzöſiſche Maß, Gewicht und die franz. Münze nicht auf deutſche reducirt ſind, wird man um ſo weniger auffallend finden, da man in Verlegenheit iſt, auf welche von den vielen Syſtemen in Deutſchland man ſie reduciren ſoll.

Digitized by Google

Anſchaffung der Reſerve=Maſchinen erforderlich geweſen iſt, ferner die Beſoldung des Inſpektors der den Transport beſorgt und ſeiner Agenten, ſo wie die Ausgaben bei den Depots und Stationen zur Verproviantirung mit Waſſer und Brennmaterial. Dieſe letztere Ausgaben ſind unter dem Titel „Generalkoſten“ begriffen.

Wir nehmen jetzt die numeriſchen Elemente dieſer Transportkoſten wieder auf.

Zuförderſt für die Anwendung eines Dampfwagens mit ſeinem Munitionswagen.

Die Unterhaltungskoſten eines Munitionswagens mit ſeinen Gefäßen iſt zu 967 Fr. 52 Cent. jährlich, oder zu 3 Fr. $10\frac{1}{2}$ Cent. täglich, oder zu 0,02426 Fr. auf das Kilometer der Ladung.

Die Unterhaltung eines während 312 Tagen des Jahres fortwährend im Gebrauch befindlichen Dampfwagens, der einen Weg von 128 Kil. zu machen hat, iſt zu 8673,37 Fr. jährlich, oder zu 27 Fr. 80 Cent. täglich angenommen worden, daher die Erhaltung beider Wagen zu 9640 Fr. 87 C. jährlich, oder zu 30 Fr. 90 Cent. täglich und zu 0,2336 Fr. auf das Kilometer des Weges beträgt.

Man hat daher:

Unterhaltungskoſten täglich . . .	30	90	Fr.
Sold dem Maſchinenmeiſter und ſeinen Gehülfen, täglich	15	90	„
Preis von 13 Hektolitern Anthracit, als täglicher Verbrauch	55	65	„
Intereſſen des Kapitals für die Reſerve=Maſchine, täglich . . .	8	85	„
Ganze Ausgabe	111	30	„

Man folgert daraus, daß die Ausgaben für eine zum Transport von Kaufmanns=Gütern, ſtets im Gebrauch befindliche Locomotiv=Maſchine, die mit einer Geſchwindigkeit von 3 bis 4 Lieues in der Stunde, während 10 Stunden

täglich geht 111 Fr. 30 Cent. täglich, oder 0,87 Fr. auf das Kilometer der Fracht betragen. Da nun dieſe Locomotive 30,000 Kilogr. zieht, ſo betragen ihre Koſten auf die Tonne 0,929 Fr. (1)

Zweitens für den Gebrauch der Fracht-Wägen.

Die Unterhaltungskoſten eines zum Transport von Kaufmanns-Gütern angewendeten Frachtwagen ſind zu 608 Fr. 43 Cent. jährlich, oder zu 1,98 Fr. täglich, oder zu 0,0155 Fr. auf das Kilometer Fracht, angenommen. Hierin ſind die Intereſſen für das Anſchaffungs-Kapital des Wagens und die Abnützung der leeren Wagen, und die Schmiere begriffen. Fügt man nun hinzu 182 Fr. 16 C. Intereſſen von dem Kapital, für welches 4 Reſerve-Wagen angeſchafft werden, damit ſtets ein Wagen im Gange ſeyn kann, ſo betragen die Unterhaltungskoſten der während 312 Tagen im Jahre, im Gange befindlichen Wagen, 800 Fr. 59 Cent., oder 2 Fr. 57 Cent. täglich, oder 0,0199 Fr. auf das Kilometer und den Wagen oder 0,007 Fr. auf die Tonne und das Kilometer (2).

Drittens auf Generalkoſten.

Dieſe beſtehen, wie ſchon bemerkt wurde, aus dem Solde des Verſendungs-Inſpektors und dem ſeiner Agenten, aus den Koſten, welche die Verproviantirungs-Depots für Waſſer und Brennmaterial, verurſachen. Sie müſſen daher zur Hälfte auf den Transport der Reiſenden, und zur andern Hälfte auf den der Waaren vertheilt werden. Beträgt daher die Summe dieſer Ausgaben 53,000 Fr., ſo kommt die Hälfte davon mit 26,500 Fr. auf dieſem letztern Artikel, im Fall man nur einen Dampfwagen anwendet. Da aber in dem fraglichen Falle zwei Maſchinen benutzt werden, ſo werden die Generalkoſten für jede derſelben jährlich 13,250 Fr., oder 42 Fr. 26 Cent. täglich, oder 0,33 Fr. auf das Kilometer, oder 0,011 Fr. auf die Tonne und das Kilometer betragen (3).

Digitized by Google

Dieſe Zahl wird ſich mit der Anzahl der angewendeten Lokomotiven vermindern.

Wir folgern daher, daß die Transportkoſten für 1000 Kilogr. oder für 1 Tonne Waaren, 1 Kilometer ($265\frac{1}{2}$ preuß. Ruthen oder etwas über $\frac{1}{4}$ pr. Meile) weit transportirt, verurſachen:

An Koſten für den Dampfwagen (1) . .	0,029
An Koſten für die Frachtwägen (2) . .	0,029
Generalkoſten (3)	0,011
Summa	0,047

Folglich können die Transportkoſten bei einer guten Adminiſtration 5 Centimen nicht überſteigen und werden wahrſcheinlich, in Folge noch zu machender Verbeſſerungen auf $3\frac{1}{3}$ Cent. reducirt werden können.

Transportkoſten eines Wagenzuges.

Dieſe Koſten beſtehen aus den täglichen Ausgaben für

eine Locomotive (1)	111 Fr.	30 Cent.
Aus den Ausgaben für 10 Wagen, jeden zu 2 Fr. 57 Cent. (2) . .	25 „	70 „
Aus den Generalkoſten (3) . . .	42 „	46 „
Summa	179 Fr.	46 Cent.

Oder wenn der Wagenzug täglich 128 Kilometer, bei einer Befrachtung von 30,000 Kilogr. macht, ſo iſt es daſſelbe, als wenn 3840 Tonnen auf einer Strecke von einem Kilometer für 17,946 Centimen gezogen werden ſollten; welches auf die Tonne und das Kilometer 4 Centimen macht, daſſelbe Reſultat, welches wir oben erlangten.

Transportkoſten für Perſonen.

Wir gehen jetzt in dieſelben Details von Betrachtungen und Berechnungen ein, um die Transportkoſten für Reiſende zu beſtimmen.

Man nimmt an, daß das gewöhnliche Gewicht eines Wagens, in welchem 16 bis 20 Reiſende Platz gefunden

haben, 2500 Kilogr. wiegt, ſo daß ein Dampfwagen von der oben angegebenen Kraft auf der Eiſenbahn von Waſhington einen mit 300 Perſonen beladenen Wagenzug transportiren könnte, wenigſtens im Sommer. Da es aber nicht wahrſcheinlich iſt, daß immer eine ſolche Anzahl von Reiſenden täglich, das ganze Jahr hindurch, zu transportiren ſeyn möchten, ſo hat man es für zweckmäßig erachtet, die Berechnung auf nur 100 Perſonen täglich zu gründen. Dieſe Anzahl erfordert acht Wagen, nämlich ſechs Perſonen- und zwei Päckereiwagen.

Ausgaben für den Dampf- und den Munitionswagen.

Man hat angenommen, daß die Unterhaltungskoſten für einen Dampf- und ſeinen Munitionswagen, der täglich 128 Kilometer mit einer Geſchwindigkeit von 32 Kilom., oder von 8 Lieues in der Stunde durchläuft, täglich 47 Fr. 71 Cent., bei 365 Arbeitstagen in dem Jahr betrage, eine Ausgabe, die auf das Kilometer 0,3251 Fr. betragen (4).

Ausgaben für die Perſonenwagen.

Die Unterhaltungskoſten dieſer Wagen laſſen ſich zu 5 Fr. 30 Cent. täglich annehmen, das Jahr zu 365 Tagen gerechnet. Dieß beträgt bei einem täglich zu machenden Weg von 128 Kilometer, auf 1 Kilom. 0,04121 Fr. (5).

Generalkoſten.

Wir haben ſchon weiter oben bemerkt, daß die Hälfte der als Generalkoſten angenommenen 53,000 Fr. auf die Ausgaben für den Transport der Reiſenden kommen, welches täglich auf die im Gebrauch ſtehende Maſchine 36 Fr. 46 C. beträgt, das Jahr zu 365 Tagen angenommen. Um aber die unvorherzuſehenden Ausgaben zu decken, iſt es zweckmäßig, dieſelben Ausgaben auch dann zu laſſen, wenn auch eine größere Anzahl von Maſchinen angewendet wird (6).

Tägliche Ausgaben für eine Locomotive und die zum Transport von 100 Reiſenden auf eine Bahnlinie von 128 Kilometern.

Sold einem Maſchinenmeiſter .	10	Fr.	60	Cent.
Desgleichen ſeinem Gehülfen . .	7	„	95	„
15 Hektoliter Anthracit	55	„	65	„
Unterhaltung eines Dampfwagens und ſeines Munitionswagens (4)	41	„	70	„
Tägliche Intereſſen von dem Ankaufs=Kapital für zwei Reſerve=Dampfwagen und ihren Munitionswagen	8	„	85	„
Summa für einen Dampf= und Munitionswagen	124	Fr.	75	Cent.
Unterhaltungskoſten von 8 Perſonen=Wagen, jeder zu 5 Fr. 30 Cent. täglich (5)	42	Fr.	40	Cent.
Sold einem Conducteur des Wagenzuges	10	„	60	„
Generalkoſten (6)	36	„	46	„
Summa täglich	214	Fr.	21	Cent.

Dieſe auf 100 Perſonen, bei einer täglichen Leiſtung von 128 Kilometern, geben auf einen Reiſenden und auf das Kilometer 0,017 Fr.

Um jedoch bei dieſer Berechnung nichts Unſicheres zu Grunde zu legen, hat man die Anzahl der täglich reiſenden Perſonen nur zu 67 angenommen, wozu nur 6 Wagen erforderlich ſind, von denen der eine nicht einmal ſeine ganze Ladung erhält und daher die Päckereien aufnehmen kann.

Unter dieſer Vorausſetzung wird die obige Berechnung folgende:

Digitized by Google

Sold einem Maſchinenmeiſter . .	10	Fr.	60 Cent.
Desgleichen ſeinem Gehülfen . .	7	„	95 „
12 Hektoliter Anthracit à 3 Fr. 70 C.	44	„	40 „
Unterhalt eines Dampf- und eines Munitionswagens . .	41	„	70 „
Tägliche Intereſſen von 2 Reſerve-Maſchinen nebſt Munitionswagen	8	„	85 „
Summa für einen Dampf- und Munitionswagen	113	Fr.	50 Cent.
6 Wagen à 5 Fr. 30 Cent. tägliche Unterhaltungskoſten	31	„	80 „
Sold einem Conducteur des Wagenzuges	10	„	60 „
Generalkoſten	37	„	46 „
Summa täglich	193	Fr.	36 Cent.

Dieſe auf 67 Perſonen, bei einer täglichen Leiſtung des Dampfwagens von 128 Kilogr. vertheilt, geben ein Perſonengeld von 0,022 auf ein Kilometer.

Ueberſichts-Tabelle der doppelten Eiſenbahn von Baltimore nach Waſhington:

Länge.	Ausgeglichene Abhänge.	Steigungen. Maximum.	Steigungen. Mittel.	Veranſchlagte Koſten auf ein Metr.	Wirkliche Koſten auf d. Met.	Bewegende Kraft.	Krümmungs-Halbmeſſer.	Geſchwindigkt. in der Stnnde.	Gewicht der Schienen.
60,751 Met. 15 Lieues 9 Meilen.	123 Met. 390 Fuß	1/264	1/287	165,51 Fr.	184 Fr.	Maſchine.	382 M. 1217 Fuß.	25 Kil 3,3 Meil.	15,75 Kil. 33 Pf.

Der Weg von Baltimore nach Waſhington wird in Folge einer Geſchwindigkeit von 25 Kilomet. in der Stunde auf der geraden und von 21 Kilomet. auf den gekrümmten Theilen, in $2^1/_2$ Stunden zurückgelegt werden können.

Und ſo wird man denn nächſtens, zu allen Jahreszeiten in 24 bis 26 Stunden, den faſt 189 Lieues (113 Meilen)

Digitized by Google

langen Weg von Boſton nach Waſhington zurück zu legen im Stande ſeyn, und es werden davon 56 auf dem Dampfboot in 133 Lieues auf der Eiſenbahn gemacht. Ein ähnliches Reſultat zeigt hinlänglich, welchen Werth man der Zeit ertheilt und welche Anſtrengungen von dieſer thätigen Bevölkerung gemacht worden ſind, um die entfernteſten Theile des weiten Gebietes der Republik in ein einziges Syſtem einer ſehr ſchnellen Verbindung zu bringen.

Wir wollen jetzt zeigen, wie dieſe große Atlantiſche Linie durch die ſüdlichen Staaten fortgeſetzt werden wird. Sie geht durch Frederichsburg und Richmond in Virginien, durch Raleigh in Nord-Carolina, durch die Stadt Columbia nach Süd-Carolina bis nach Charleſton. Von hier aus ſoll ein Syſtem von ſecundären Bahnen nach dem Mexikaniſchen Meerbuſen und nach dem Miſſiſippi-Thal gehen.

Verbindung zwiſchen Waſhington und Richmond.

Von Waſhington nach Frederichsburg in Virginien, verfolgt man zuvörderſt auf einer Strecke von $72^{1}/_{2}$ Kilometer (9,6 Meilen) den Weg mit dem Dampfboote auf dem Potamak bis Potamak-Creek, von wo ab man bis nach Frederichsburg eine 11 Kilom. (1,4 Meilen) lange Eiſenbahn projektirt hat.

Eiſenbahn von Frederichsburg nach Richmond.

Dieſe wird eine Länge von 97,406 Meter (13 Meilen) erhalten, und ſich in einer ſüdlichen Richtung fortziehen und muß eine Menge kleiner Flüſſe durchſchneiden. Obgleich daher das Terrain ſehr coupirt iſt, ſo beträgt das ſtärkſte Steigen doch nur $\frac{1}{151}$, d. h. ungefähr $6^{1}/_{2}$ Millim. auf 1 Meter.

Zu den Unterlagen nimmt man das Holz der weißen Eiche und dieſelben beſtehen aus Querbalken von $11^{1}/_{2}$ Zoll

Stärke, die unmittelbar auf dem Boden liegen und mit welchen die 8¾ Zoll ſtarken Längenbalken verbunden ſind, auf denen man die Schienen, die aus 6 Zoll breiten und faſt 2 Zoll ſtarken Eiſenſtäben beſtehen, befeſtigt. 1 Meter von dieſen Stäben wiegt 4 Kilogr. (8,4 Pf.) — Die Anlagekoſten ſind auf 4½ Millionen Fr. veranſchlagt, d. h. die Lieue der einfachen Bahn wird 124,000 Fr. und das Meter 31 Fr. koſten. Die ganze Strecke wird in 5 Stunden zurück gelegt werden können. — Die Bahn iſt in der Ausführung begriffen.

Eiſenbahn von Richmond nach Petersburg.

Dieſe Strecke der weitern Fortſetzung der Atlantiſchen Linie iſt 8 Lieues lang und wird nach Vollendung der jetzt ebenfalls in der Ausführung begriffenen Eiſenbahn in einer Stunde zurückgelegt werden können.

Die fernere Fortſetzung der Atlantiſchen Linie bildet die Eiſenbahn von Petersburg nach Roanoke. Die ganze Länge derſelben beträgt 94,949 Meter und weicht nur um 800 Meter von der geraden Linie ab. Die größte Steigung beträgt nur $\frac{1}{173}$ oder 5½ Millimeter auf 1 Meter. Der Krümmungshalbmeſſer iſt auf 1500 Meter feſtgeſtellt worden.

Ueber die Flüſſe iſt man mittelſt hölzerner Brücken gegangen und zur Unterlage der Schienen dienen Balken von Fichtenholz, die auf Querbalken von dem Holz der weißen Eiche liegen. Die Schienen ſind Eiſenſtäbe, deren Dimenſionen wir bei der Bahn von Waſhington nach Richmond angegeben haben. Die Anlage von 1 Lieue einer ſolchen einfachen Bahn hat 89,280 Fr. oder das Meter 22 Fr. 32 Cent. gekoſtet.

Man wendet Dampfwagen an, die 5 bis 6 Lieues in der Stunde auf den horizontalen Theilen der Bahn zurücklegen. Dieſe aus der Maſchinenfabrik des Herrn Bury in England gezogenen Maſchinen, haben 15 bis 18 Pferdekräfte.

Digitized by Google

Die erſte derſelben hat ein Gewicht von 4000 Kilogr. und zieht 18 bis 20 Tonnen Belaſtung. Die zweite Maſchine hat ein Gewicht von ungefähr 5 Tonnen, einen Cylinder von 8 Zoll 5 Linien und einen Hub von 1 Fuß 3 Zoll $2^1/_2$ Linie und bewegt vier Räder, unter einem Druck von $3^1/_4$ Atmoſphären, obwohl das Sicherheitsventil, ohne ſich zu heben, einen Druck von 4 Atmoſphären ertragen kann. Dieſer Dampfwagen zieht mit einer Geſchwindigkeit von 6 Lieues in der Stunde eine Laſt von $67^1/_2$ Tonnen, wovon 35 Tonnen Fracht. Auf den ſtärkſten Abhängen hat er ſich mit einer Geſchwindigkeit von 4 Lieues in der Stunde bewegt, welches Reſultat ſehr merkwürdig iſt.

Eiſenbahn von Portsmouth nach dem Roanoke.

Dieß iſt eine Seitenbahn und verbindet den wichtigen Hafenplatz Norfolk, von wo ab Dampfboot-Verbindungen mit Neu-York, Charleſton, Philadelphia, Baltimore, Waſhington und Richmond ſtatt finden mit der großen Atlantiſchen Linie, deren Ende ſie für jetzt zugleich bildet, da die weitere Erſtreckung der Bahn nach Charleſton erſt in der Folge ausgeführt werden wird.

Die ganze Länge der Bahn beträgt 96,540 Met. oder 24 Lieues $14^2/_5$ Meil., die ſtärkſte Steigung $\frac{1}{264}$; die Anlagekoſten für das laufende Meter ſind zu 27 Fr. veranſchlagt; die bewegende Kraft bilden Dampfwagen, die in der Stunde 24 Kilometer zurücklegen. Die Conſtruktion der Bahn iſt der ſo eben beſchriebenen im Allgemeinen gleich.

Digitized by Google

Ueberſichts-Tabelle der Atlantiſchen Linie.

Bezeichnung der Orte.	Entfernungen in Kilometern. Zu Waſſer.	Auf der Eiſenbahn.	Abſolute Entfernung.	Erforderliche Zeit.	Reiſekoſten für die Perſon.
Von Boſton nach Neu-York . .	225½	144½	370	12 Stunden	42 Fr. 40 C.
„ „ „ Philadelphia . .	„	279½	505	17 „	53 „
„ „ „ Baltimore . . .	„	469¼	694½	24 „	68 „ 90 „
„ „ „ Waſhington . .	„	530	755½	26 „	82 „
„ „ „ Richmond . . .	298	648½	946½	31 „	„
„ „ zum Roanoke . . .	„	798	1096	36,30	„

Digitized by Google

Synoptiſche Tabelle der Eiſenbahnen, welche die Atlantiſche Linie bilden.

Längen.		Anlagekoſten a. d. Met.		Gewicht eines Meter von den Schienen.
Ausgeführte Arbeiten.				
Doppelte Bahn.	Einfache Bahn.	Mit Tragſteinen.	Mit hölzern. Unterlagen.	
Meter.	Meter.	Fr.	Fr.	Kilogr.
98,168	"	118	"	19,42
"	45,060	"	57	5,80
26,073	"	"	106	6,87
60,751	"	"	184	15,75
"	96,540	"	26,67	5,25
"	94,949	"	30	5,25
184,992 M.	236,549 M.	Durchſchnittliche Anlagekoſten einer doppelten 145 Fr.		
421,541 M.		Durchſchnittliche Anlagekoſten einer einfachen Bahn 38 Fr.		
In der Ausführung begriffene Arbeiten.				
	Meter.		Fr.	Kilogr.
—	67,591	—	50	20
—	76,884	—	78	20
—	19,312	—	30	5
—	48,279	—	82	5,80
—	118,327	—	31	4
—	330,393	Durchſchnittliche Anlagekoſten 54 Fr.		

Digitized by Google

Atlantiſche Linien gegen Weſten.

Staat von Maſſachuſetts.

Eiſenbahn von Boſton nach Worcheſter.

Dieſe Bahn iſt das erſte Glied von einer großen Kette, welche ſich bis nach Albany ansdehnen ſoll, um den Handel von Weſten her, mehr nach Boſton zu ziehen. Sie beginnt in der Stadt Boſton ſelbſt, geht auf einem Damm, der zum Theil aus Mauerwerk, zum Theil aus Pfahlwerk und zum Theil ganz aus Holz beſteht, über einen Meeresarm, welcher die Mündung des Charlesfluſſes bildet und geht mittelſt einer Brücke über dieſen Fluß. Dieſelbe beſteht aus einem einzigen Joch von 36 Met. (115 Fuß) Spannung, liegt 10½ Meter (33½ Fuß) über dem Waſſerſpiegel und hat 30,000 Fr. gekoſtet. Sie geht außerdem durch mehrere Einſchnitte und Dämme, erſtere zum Theil auch durch feſtes Granitgeſtein geführt.

Die Erdarbeiten ſind 7,8 Meter (25 Fuß) breit gemacht, um die jetzt nur einfach angelegte Bahn, verdoppeln zu können. Die Länge der ganzen Bahn beträgt 69,603 Meter oder 17½ Lieues (10½ Meilen), das Maximum der Steigungen $\frac{1}{173}$, das Mittel derſelben $\frac{1}{440}$. Die Anlagekoſten ſind zu 4,783,576 Fr. veranſchlagt, ſo daß 1 Lieues 276,000 Fr., oder das laufende Meter 69 Fr. koſtet.

Man hat Stabſchienen angewendet, wie bei der Bahn von Boſton nach Providence, oder ähnlich der auf der Bahn von Clarence in England (Fig. 22) angewendeten. Das laufende Meter von dieſen Schienen wiegt 1969 Kilogr (41, 35 Pfd.). Die Schienen liegen in gußeiſernen Stühlen, welche auf Querbalken von Cedern- und Kaſtanienholze befeſtigt ſind, die ihrerſeits auf Mauerwerk ruhen, das nach der Beſchaffenheit des Terrains höher oder niedriger iſt. Die Krümmungs-Halbmeſſer betragen 300 Meter. Man wendet Dampfwagen

Digitized by Google

an, welche ſich mit einer Geſchwindigkeit von 27 Kilometern (3½ Meilen) in der Stunde bewegen. Der Stand der Actien iſt 112%.

Doppelte Eiſenbahn von Lowell.

Dieſe hat den Zweck, den Fabrikort Lowell mit dem Hafen von Boſton zu verbinden. Ihre ganze Länge beträgt 41,029 Meter, oder 10¼ Leues (6 Meilen), ohne die vielen Verzweigungen nach den einzelnen Fabriken an den Fällen des Mennimak-Fluſſes, deren Gefälle zu der Bewegung der Maſchinen benutzt werden. Das Maximum der Steigung beträgt $\frac{1}{528}$, oder ungefähr 2 Millimeter auf das Meter. Die Anlagekoſten haben auf das laufende Meter 106 Fr. betragen. Die Breite der Bahn beträgt 7,8 Meter (25 Fuß).

Die angewendeten Schienen ſind denen auf der Liverpool-Mancheſter-Bahn (Fig. 17, 18, 26 und 27) ähnlich. Ihre Länge beträgt 3,66 Meter bis 4,57 bis 5,49 Meter (11⅔ bis 14½ bis 17½ Fuß) und das laufende Meter wiegt 19,55 Kilogr. (41 Pfd.). Die Schienen ruhen auf gußeiſernen Stühlen, welche auf Tragſteinen von Granit von 11½ Zoll im Kubus befeſtigt ſind, die ihrerſeits auf gemauerten Unterlagen ruhen, die 2 Fuß 4⅔ Zoll ſtark ſind und deren Höhe nach dem Terrain verſchieden iſt und 2½ bis 3¼ Fuß beträgt. Die Tragſteine liegen 1 Meter aus einander und ſind in der Quere durch Mauerſchichten von 11½ Zoll Breite und 6 Zoll Stärke, mit einander verbunden. Die innern Ränder der Schienen liegen 1,44 Meter (4 Fuß 7 Zoll) aus einander; die Schienen beider Bahnen ſind 1,83 Meter (5 Fuß 10 Zoll) von einander entfernt. Die Schienen ſtehen 10 Zoll über den Tragſteinen hervor.

Man hat mehrere Durchſchnitte durch feſten Gneis und Glimmerſchiefer treiben müſſen. Man fährt mit Dampfwagen, die 25 Kilom. (3,3 Meilen) in der Stunde machen. — Der Stand der Actien iſt 114%.

Digitized by Google

Eiſenbahn von Quincy.

Dieſes iſt die erſte Eiſenbahn, welche in den vereinigten Staaten angelegt worden. Sie kam ſchon 1827 in Betrieb und hat den Zweck, die berühmten Granitbrüche von Quincy mit dem Meere in Verbindung zu ſetzen. Die Bahn iſt 3½ Lieues lang, und iſt auf Pferde-Förderung vorgerichtet. Die Schienen ſind platt, 3 Zoll breit und 5 Linien ſtark und mittelſt eiſerner Nägel uumittelbar auf Granitblöcken befeſtigt, die auf trockenem Mauerwerk ruhen, und von zwei zu zwei Metern durch 6 Fuß 9½ Zoll lange Blöcke, die in der Quer-Richtung liegen, mit einander verbunden.

Staat von Neu-York.

Zu den projectirten, aber noch nicht begonnenen Bahnen gehören zuvörderſt die beiden großen von Neu-York nach dem Erie-See, welche 196¾ Lieues lang werden wird, ſo wie die von Neu-York nach Albany, welche 64 Lieues von einander entfernt ſind.

Eiſenbahn von New-York nach Harlaem.

Dieſe hat den Zweck, die große Handelſtadt mit einem Theil der ſehr geſunden Inſel Manhattan, welche ſehr viele Landhäuſer enthält, in eine ſchnelle Verbindung zu ſetzen. Sie beginnt mitten in der Stadt, wo ſie eine Breite von 3,96 Meter (12½ Fuß) hat, und ihre Länge beträgt 12 Kilomet. (1½ Meilen). Die Bahn iſt ſehr feſt auf einer Unterlage von Granit erbaut, iſt einfach, und das laufende Meter koſtet 155 Fr. Die Wagen werden von Pferden gezogen. Es ſind mehrere Einſchnitte in feſtem Geſtein erforderlich geweſen. Noch iſt die Bahn nicht gänzlich vollendet, allein auf dem vollendeten Theil ſchon fahrbar, und die Actien ſtehen auf 115%.

Digitized by Google

Doppelte Eiſenbahn von Albany nach Shenectady.

Dieſe bildet einen Theil von der großen projectirten Eiſenbahnlinie von dem Atlantiſchen Meere nach dem Weſten. Ihre Länge beträgt 25½ Kilometer (3,3 Meilen) und obgleich ſie über 102 Meter über dem Hudſon liegende Höhen geführt werden mußte, ſo beträgt das Maximum der Steigungen doch nur $\frac{1}{225}$, indem zwei geneigte Ebenen mit feſtſtehenden Dampfmaſchinen vorgerichtet worden. Der geringſte Halbmeſſer einiger Krümmungen beträgt 300 Meter.

Das Terrain iſt meiſtentheils ſandig; die Brücken über die zu paſſirenden Flüſſe, ſind hölzern.

Längs der Bahn ſind Vertiefungen aufgeworfen, in denen auf einer Unterlage von zerſchlagenen Steinen, 11½ Zoll ſtarke Tragſteine liegen, die rings um mit kleinen Steinen feſtgeſtampft werden. Sie liegen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt 1 Meter auseinander. Auf ihnen ſind mittelſt gußeiſernen Stühlen und Knieen, Balken von 6 Zoll im Quadrat aus Norwegiſchem Fichtenholz befeſtigt und auf dieſelben die ½ Zoll ſtarken und 2½ Zoll breiten, platten Schienen genagelt.

An den aus Geröllen und Dammerde beſtehenden Stellen, liegen unter den Querbalken, der Länge nach gehende Balken, welche auf zerſchlagenen Steinen ruhen. Die Breite der Bahn beträgt 1,44 Met. (4 Fuß 7 Zoll.)

Die Enden der Schienen greifen in einander und liegen auf Eiſenplatten; die Balken ſind durch Klammern mit einander verbunden. Die Holzunterlagen ſind mit zerſchlagenen Steinen und mit Erde bedeckt. Das laufende Meter der Bahn hat 296½ Fr. gekoſtet.

Die zum Transport der Perſonenwagen angewendeten Maſchinen haben ein Gewicht von 3 Tonnen (3000 Kilom.) und die Räder haben 1,42 Meter (4 Fuß 6¼ Zoll) im Durchmeſſer. Die Perſonenwagen, welche von einer ſolchen Ma-

Digitized by Google

ſchine mit einer Geſchwindigkeit von 6 Lieues (3³/₈ Meilen) in der Stunde bewegt werden, wiegen 8 Tonnen. Das Perſonengeld beträgt 3 Fr. 32½ Cent. Der Stand der Actien iſt 130%.

Eiſenbahn von Shenectady nach Utica.

Dieſe bildet das zweite Glied der Eiſenbahnkette von Albany nach dem Erie-See und ihr hauptſächlichſter Zweck iſt der ſchnelle und ſichere Perſonenverkehr. Die Bahn iſt 32 Lieues lang, einfach, und ihre Conſtruktion wie die, der vorhergehenden Bahn. Die Anlagekoſten einer Lieue betrugen 160,000 Fr., die eines laufenden Meter 40 Fr.. Die Erdarbeiten ſind zu einer doppelten Bahn vorgerichtet. Der Stand der Actien iſt jetzt 128%.

Unter mehreren Nebenbahnen erwähnen wir zuvörderſt die 1¼ Lieues lange Bahn von Buffalo nach Blackrock, die gänzlich aus Holz beſteht. Paralell mit der Bahn ſind geſpaltene Hölzer gelegt, die breite und behauene Seite oben. Darauf ſind in der Quere Balken wie eine Brückenbahn befeſtigt. Darauf ruhen Balken von 4 Zoll Breite und 2 Zoll Stärke; auf denen die platten, 2 Zoll breiten und ½ Zoll ſtarken Schienen befeſtigt worden ſind. Eine ſolche Conſtruktion hat 36,000 Fr. die franzöſiſche Meile, oder 9 Fr. das laufende Meter gekoſtet.

Um das Holz gegen das Faulen zu ſchützen, hat man die oberſten Balken auf ein Bett von ungelöſchtem Kalk gelegt und ſie darauf mit gelöſchtem Kalk gut überzogen, ſo wie die Bohlen mit einem flüſſigen Kitt, der alle Fugen gehörig ausgefüllt hat. Das Ganze iſt alsdann mit Sand bedeckt.

Zu Rocheſter hat man eine Eiſenbahn ausgeführt, die den Zweck hat, die Niveau-Differenz des Erie-Kanal zu überwinden. Sie geht von der Mitte der Stadt bis dahin, wo die Schifffahrt auf dem Actaria-See beginnt. Sie iſt 4746 Met. lang und die mit derſelben zu gewinnende Höhe

Digitized by Google

beträgt 76.43 Meter. Die Fälle des Geneſſee-Fluſſes ſelbſt ſind als bewegende Kraft, um die Wagen auf die geneigten Ebenen hinauf zu ziehen, angewendet worden.

Eiſenbahn von Schenectady nach Saratoga.

Dieſelbe wurde 1831 begonnen und im Frühling 1833 vollendet. Sie beginnt in der Stadt Schenectady, woſelbſt er ſich mit der Albany-Bahn vereinigt, überſchreitet den Erie-Kanal in der Stadt, ſpäter den Fluß Mohawk, geht durch mehrere Dörfer und endigt mitten in Saratoga. Die Länge der Bahn beträgt 34,439 Meter ($8\frac{1}{2}$ franzöſiſche oder 5 deutſche Meilen); das Terrain iſt ſehr günſtig und das Maximum der Steigung beträgt nur $\frac{1}{330}$, oder 3 Millim. auf 1 Meter. Die Bahn iſt einfach und ihre Conſtruktion gänzlich ſo wie die bei der Bahn von Albany nach Schenectady erwähnten beiden Arten.

Die darauf im Gange befindlichen Dampfwagen machen mit einer Belaſtung von 15000 Kilogr., 6 bis 7 Lieues in der Stunde; es werden Koaks als Brennmaterial angewendet. Der Weg von Schenectady nach Saratoga wird in einer Stunde und 20 Minuten und der von Albany nach Saratoga in $2\frac{1}{2}$ Stunden zurückgelegt.

Die Anlagekoſten haben 1,574,356 Fr., oder 184,000 Fr. auf die Lieue, oder 46 Fr. auf das laufende Meter betragen. Die ſämmtlichen jährlichen Unterhaltungskoſten belaufen ſich auf 90,047 Fr., d. h. ungefähr 6% von dem Anlagekapital, oder die Hälfte von der jährlichen Einnahme. Das Perſonengeld beträgt 6 Fr. 55 Cent. Die Dividende betrug 1833 und 1834 9% und der Stand der Actien iſt 114%.

Es hat ſich eine Geſellſchaft zur Verlängerung der Bahn von Saratoga bis zum Fort Edward gebildet. Die Länge derſelben wird 8 Lieues betragen.

Digitized by Google

Einfache Eiſenbahn von Saratoga nach Troy.

Saratoga iſt ein ſehr wichtiger Brunnenort und Troy der Punct, wo die Dampfſchifffahrt auf dem Hudſon ein Ende hat. Auf dieſe Weiſe kann man den 72 Lieues (43 Meilen) langen Weg zwiſchen Neu-York und Saratoga in 10 Stunden zurück legen.

Die Eiſenbahn iſt faſt 10 Lieues (6 Meil.) und das Maximum der Steigungen iſt $\frac{1}{211}$ bis $\frac{1}{264}$. Sie iſt auf dieſelbe Weiſe, wie die vorhergehende beſchriebene Bahn conſtruirt. Die Anlagekoſten ſind auf $1\frac{1}{2}$ Millionen Fr., d. h. die Lieue auf 150,000 Fr. veranſchlagt. Man wird Dampfwagen, die in Philadelphia angefertigt worden ſind, gebrauchen. Die Actien der Geſellſchaft ſtehen auf 112%.

Um die Bahn mit der Linie von Albany nach dem Erie-See in Verbindung zu bringen, hat man das Project, eine Verzweigung zwiſchen Ballſton und Amſterdam anzulegen, ſo daß die von Weſten her kommenden Reiſenden zu Amſterdam die von Schenectady nach Utika führende Eiſenbahn, die wegen ihrer geneigten Ebenen viel Unbequemes hat, veranlaſſen und zu Troy, auf den Hudſon gelangen können.

Einfache Eiſenbahn von Ithaka nach Owego.

Mittelſt dieſer Bahn wird die Schifffahrt auf dem Erie-Kanal mit der auf dem Susquehanna verbunden. Sie iſt $11\frac{1}{2}$ Lieues (7 Meilen) lang hat zwei geneigte Ebenen von $\frac{1}{4}$ uud $\frac{1}{21}$ von denen die erſte mit einer feſtſtehenden Dampfmaſchine verſehen iſt und die übrigen Steigungen überſchreiten $\frac{1}{264}$ nicht. Am obern Ende der erſten Rampe ſind ſehr koſtbare Erdarbeiten, beſtehend in Einſchnitten durch feſtes Geſtein und in Dämmen, erforderlich geweſen.

Digitized by Google

Bei der Conſtruktion der Bahn hat man im Allgemeinen das bei den vorhergehenden Bahnen beſchriebene Verfahren angewendet. Man hat nämlich längs der Bahn zwei 1 Fuß tiefe Gräben aufgeworfen, dieſelbe mit Grus vollgeſtampft und auf dieſelben Balken gelegt, auf denen von Meter zu Meter Querbalken liegen, welche als Stützpunkte für die Balken dienen, auf denen die platten Schienen befeſtigt ſind. Das Holz iſt das der weißen Eiche.

Die Anlagekoſten haben 38 Fr. auf das laufende Meter betragen. Man wendet Pferde als bewegende Kraft an, die in der Stunde 20 Kilogr. (2,6 Meilen) zurücklegen. Die Bahn iſt ſeit 1834 im Gebrauch und ihre Actien ſtehen jetzt auf $73^{0}/_{0}$.

Staat Pennſylvanien.

Doppelte Eiſenbahn von Columbien.

Dieſelbe hat den Zweck, als directerer Ausweg für den Kanal von Pennſylvanien zu dienen. Der Ausgangspunkt iſt im Innern von Philadelphia; ihre allgemeine Richtung iſt die von Oſten nach Weſten; ſie geht auf einem Viaduct über den Schuylkill und gelangt dann zu einer Rampe von $\frac{1}{15}$ Steigen, die 57 Meter Höhe hat. Sie iſt mit zwei feſtſtehenden Maſchinen von 60 Pferdekräften, eine jede verſehen, welche einen Wagentransport mit 20 Tonnen Fracht mittelſt einer eiſernen Kette ohne Ende, in 15 Minuten hinaufzieht, wovon 5 Minuten auf die unvermeidlichen Aufenthalte am Fuß und am Gipfel der Rampen gehen. Eine andere Rampe iſt in der Nähe des Beckens von dem Kanal von Pennſylvanien vorhanden; ſie hat $\frac{1}{20}$ Fallen und iſt mit zwei feſtſtehenden Dampfmaſchinen, jede von 40 Pferdekräften, verſehen. Die übrigen Steigungen der Bahn ſind nicht über $\frac{1}{117}$ und im Mittel $\frac{1}{176}$. Krümmungen von 135 bis 225 Halb-

Digitized by Google

meſſer ſind ſehr häufig, ja die Bahn beſteht nur aus einer Reihe von ſolchen.

Die Anlage der Bahn iſt ſehr dauerhaft. Die eine hat gewalzte Stabſchlenen, ähnlich denen auf der Clarence- oder auf der Wigganbahn in England (Fig. 20). Sie ruhen auf Tragſteinen von Granit und auf Querbalken von der Pſeudo-Akazie, die bei den geraden Theilen 5 und bei den krummen 3 Meter von einander entfernt liegen. Das laufende Meter von den Schienen wiegt 39 Pfd.; ſie liegen in gußeiſernen Stühlen, von denen jeder 12½ Pfd. wiegt.

Die andere Bahn iſt mit platten Schienen vorgerichtet, die zum Theil auf dicht aneinander liegenden Granitblöcken, zum Theil aber auch auf hölzernen Balcken befeſtigt ſind, welche aber auch gegen Steine ausgetauſcht werden ſollen.

Die Bahn iſt zwar für Dampfwagen vorgerichtet, allein ehe dieſelben vollſtändig vorhanden ſind, wendet man auch Pferde an. Die bis jetzt gebrauchten Locomotiven haben ein Gewicht von 6 Tonnen oder Reiſende mit einer Geſchwindigkeit von 4 Lieues (2²/₃ Meilen) in der Stunde ziehen; ſoglich kann der ganze 33 Lieues (20 Meilen) lange Weg in 8¼ Stunden zurückgelegt werden.

Die neuen, angewendeten Locomotiven ſind von der Conſtruktion des Herrn Baldwin zu Philadelphia und gänzlich der Maſchine von E. L. Miller auf der Eiſenbahn von Süd-Carolina, ähnlich. Ihre Wirkung iſt ſehr bedeutend; ſie können ein Gewicht von 75 Tonnen mit einer Geſchwindigkeit von 19 bis 22 Kilogr. (2 bis 2½ Meilen) in der Stunde ziehen.

Auf den ſtark geneigten Theilen des Weges kann man leicht auf die Räder, welche die Bewegung hervorbringen, einen größern Theil des Gewichts bringen, um ihre Adhäſion und folglich ihre Zugkraft zu vermehren.

Man hat die Abſicht, dieſe Bahn bis Harrisburg, d. h. 11¼ Lieues weiter zu verlängern.

Eiſenbahn von Portage.

Dieſe Eiſenbahn iſt das Glied, mittelſt welchem die große Atlantiſche Linie gegen Weſten, ihrem Uebergang über das Alleghany-Gebirge bewerkſtelligt, nachdem ſie zuvörderſt die ſo eben beſchriebene Columbia-Bahn und dann die Abtheilung des Kanals des Centraltheils von Pennſylvanien, auf einer Länge von 275,447 Met., einer allgemeinen weſt-nord-weſtlichen Richtung, verfolgt hat. Die Bahn hat eine Länge von 59,000 Metern (14¾ Lieues) und knüpft ſich an den weſtlichen Theil deſſelben Kanals, der bis Pittsburg geht und 167,336 Meter lang iſt.

Demnach hat dieſe ganze Linie von Kanälen und Eiſenbahnen, vom Delaware bis zum Ohio, oder von Philadelphia bis Pittsburg eine Längenerſtreckung von 633,048 Met. oder 158¼ Lieues, oder 95 Meilen.

Die Portage-Eiſenbahn iſt die wichtigſte Arbeit dieſer Art in den vereinigten Staaten. Durch die Kette der Alleghanys iſt ein Tunnel erforderlich geweſen, welches 747 Met. (3281 Fuß) über dem Niveau des Oceans liegt, 274 Meter lang, 6,7 Met. weit und 5,8 Met. hoch iſt. Dieſe Tageſtrecke iſt gänzlich durch feſtes Geſtein getrieben und es haben daher nur ihre beiden Mundlöcher einer Bekleidung von Mauerwerk bedurft.

Die allgemeine Richtung der Bahn iſt Oſt-Nord-Oſt, von Hollidaysburg, dem Auswegspunkt ähnlich von den Gebirgen bis nach Johnstown, ihren Endpunkt im Weſten. Die Bahn geht von einem Becken aus, in welchem ſich der Centraltheil des Kanals von Pennſylvanien endigt, verfolgt zuvörderſt eine weſt-nord-weſtliche Richtung bis Blairs'Gap, wendet ſich dan plötzlich nach Süd-Weſten ins Thal von Conemaugh, um ſich bei Johnstown bei einem Becken zu endigen, wo die weſtliche Abtheilung des Kanals von Pennſylvanien beginnt.

Die Länge der Bahn öſtlich von der Tageſtrecke beträgt 16,270 Met. Die auf dieſer Strecke erreichte Höhe beträgt

426,69 Met. Es iſt durch fünf Rampen von $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{14}$ Steigungen geſchehen. Die Geſammtlänge der Baſen dieſer Rampen betragen 3500 Met.; die noch bleibenden 12,770 Meter, haben eine Steignng, deren Maximum $\frac{1}{352}$ oder ungefähr 3 Millimeter auf das Meter beträgt.

Die Strecke weſtlich von dem Tunnel bis Johnstown iſt 42,456 Meter lang nud die zu erſteigende Höhe beträgt 357,46 Meter, weßhalb fünf andere Rampen mit denſelben Neigungs-Winkeln, wie die öſtlichen erforderlich waren. Die Steigung des übrigen Theils der Bahn auf dieſer Seite, beträgt auch $\frac{1}{352}$.

Die Vertheilung dieſer Steigungen hat ſehr bedeutende Einſchnitte und Dämme erforderlich gemacht. Einer von den letztern hat 20 Meter Höhe und enthält 45,840 Kubikmeter Schutt; eine andere iſt 914 Meter lang und enthält 72,580 Kubikmeter.

Die ganze Länge der Bahn beträgt 59 Kilometer (14¾ Lieues oder faſt 9 Meilen), die man wegen der ſchwierigen Ausführung in 46 Unterabtheilungen getheilt hat. Es finden ſich auf der ganzen Linie 4 gemauerte Viadukte, 68 kleine Brücken und 85 Kanäle zur Abführung der Gewäſſer. Alle dieſe Arbeiten ſind ſehr feſt ausgeführt.

Die Bahn iſt doppelt, die Schienen ſind gewalzte Stabſchienen, die aus England eingeführt worden, und die denen ähnlich ſind, welche auf der Bahn von Preſton nach Wiggan in England angewendet worden. (Sieh Fig. 21 und S. 104.) Das laufende Meter wiegt 19,7 Met. (41,37 Pfd.) Dieſe Schienen ruhen mittelſt gußeiſernen Stühle, auf Tragſteinen und dieſe liegen in Löchern auf zerſchlagenen und feſtgeſtampften Steinen und von denſelben gänzlich umgeben.

Auf den Dämmen hat man nur erſt temporäre Vorrichtungen gemacht, um dem Schutt Zeit zu laſſen, ſich ſetzen zu können. Die Schienen ſind daher auf Balken befeſtigt,

Digitized by Google

die auf Querbalken liegen. Dieſelbe Conſtruktion iſt auf die Rampen angewendet worden. Die Breite der Doppelbahn beträgt 7,62 Met. ($24^{1}/_{4}$ Fuß.)

Der Transport geſchieht mittelſt Dampfwagen, mit einer mittlern Geſchwindigkeit von 16 Kilometern (2,1 Meilen) in der Stunde, wobei 3 Wagen mit einer Befrachtnng von 9 Tonnen gezogen werden.

Die commerzielle Bewegung durch die Alleghanys-Kette in dieſer Richtung wird durch 53,619 Tonnen, die von Weſten, ſo wie durch 30,916 Tonnen, die von Oſten kommen, zuſammen durch 84,535 Tonnen, ausgedrückt. Die Transportmaße hat ſich von 1833 bis 1834 um ein Sechstel vermehrt.

Eiſenbahn von Philipsburg nach Juniata.

Dieſer zweite Verſuch, die Alleghanys-Kette mittelſt einer Eiſenbahn zu überſchreiten, hat den Zweck, mit Hülfe des Kanals von Pennſylvanien, die Produkte der reichen Steinkohlenbergwerke in der Grafſchaft Clearfied, weſtlich von den Alleghanys, den öſtlichen Ländertheilen zuzuführen. Die Bahn hat ein Tunnel von 400 Meter Länge und 6 verſchiedene Rampen. Die eine hat eine feſtſtehende Dampfmaſchine, eine andere iſt mit einem Waſſerrade verſehen und bei den vier übrigen ziehen die herabgehenden Wagen die abwärtsgehenden herauf. Die Neigung dieſer Rampen beträgt $\frac{1}{13}$ bis $\frac{1}{20}$; die des übrigen Theils von der Bahn im Maximum $\frac{1}{124}$ und im Mittel $\frac{1}{240}$. Die ganze Länge der Bahn beläuft ſich auf 11 Lieues.

Die Bahn iſt einfach mit Ausnahme der Rampen. Die Erdarbeiten ſind ſehr dauerhaft ausgeführt und nur an einigen Punkten hat man vorläufig hölzerne Gerüſte ſtatt der Dämme conſtruirt.

Die Unterlagen der Bahn beſtehen aus Holz. Zu dem

Digitized by Google

Ende liegen auf einer Unterlage von zerſchlagenen Steinen, längs der Bahn nur auf der untern Seite behauene Stämme von der weißen Eiche. Auf dieſelben ſind von 1½ Meter zu 1½ Meter (4¾ Fuß) Querbalken eingelaſſen, die 9 Zoll Stärke haben und auf dieſen ſind wiederum die 9 Zoll hohen und 5 Zoll breiten Balken eingelaſſen, auf denen die Schienen befeſtigt worden ſind. Dieſe ſind platt nnd beſtehen aus gewalzten Eiſen, 2 Zoll breit, ½ Zoll ſtark und wiegen das Meter 5,15 Kilogr. (10½ Pfd.) Sie ſind in die Balken eingelaſſen, ſo daß ihre Oberflächen gleich ſind. Die Befeſtigung geſchieht durch Nägel.

Die Bahn ſoll mit Dampfwagen von 15 bis 20 Pferde-Kräften, ähnlich denen, welche auf der Eiſenbahn des Schuylkill im Betriebe ſind, befahren werden. Die Anlagekoſten ſind zu ½ Millionen Fr. veranſchlagt worden, d. h. die Lieue zu 136,000 Fr., oder das laufende Meter zu 34 Fr.

Verbindung zwiſchen dem Delaware und dem Susquehanna.

Die zweite von Philadelphia ausgehende Eiſenbahnlinie, die ebenfalls eine im Allgemeinen weſtliche Richtung hat, beſteht aus mehreren einzelnen Unternehmungen, die hauptſächlich in der Abſicht begonnen worden ſind, der genannten Hauptſtadt die Produkte der reichen Steinkohlenlager zuzuführen, welche ſich jenſeits der blauen Gebirge befinden. Dennoch bilden dieſe verſchiedenen Bahnen eine zuſammenhängende Linie zwiſchen dem Delaware und dem nördlichen Zweige der Susquehanna, deren Kanalſchifffahrt ſich bis in den Staat von Neu-York und jenſeits der Alleghany-Gebirge erſtreckt.

Das Terrain, welches die Bahnlinie durchſchneidet, um zu den Steinkohlenbecken zu gelangen, die in den verſchiedenen Gebirgsketten liegen, welche die Alleghanys bildet, iſt ſehr uneben, indem der Unterſchied zwiſchen dem niedrigſten und dem höchſten Punkt ungefähr 200 Meter beträgt. Man

Digitized by Google

erkennt die verſchiedenen Eiſenbahn-Verzweigungen dieſer Linie, am beſten aus der folgenden Tabelle.

Bezeichnung der Bahnen.	Länge.	Abhänge. Maximum.	Abhänge. Mittel.	Rampen.	Veranſchl. Koſten auf das Meter.	Wirkliche Koſten auf das Meter.	Bewegende Kraft.	Krümmungs-Halbmeſſer.	Geſchwindigkeit in der Stunde.	Gewicht der Schienen.
Von Philadelphia:	Meter.				Fr.	Fr.		Met.	Kilom.	Klgr.
nach Germantown	10,500	1/117	1/165	〃	〃	135	Maſchine	200	13	18
〃 Norristown	35,368	1/176	〃	〃	80	〃		300	〃	16,25
〃 Redding . .	65,061	1/290	〃	〃	〃	77	〃	300	24	19,42
〃 Post-Clinton	31,784	1/277	〃	〃	〃	126	〃	430	24	18
〃 Pottville . .	30,000	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃 Danville . .	66,000	〃	〃	5	〃	83	〃	〃	〃	16
Summa .	238,743									
Verzweigungen nach:										
Sunburry . . .	5,500	〃	〃	〃	〃	83	〃	〃	〃	〃
Catawiſſa . . .	3,000	〃	〃	〃	〃	83	〃	〃	〃	16
Tuscarora . . .	24,000	〃	〃	〃	〃	20	〃	〃	〃	〃
Mount-Carbon .	11,660	〃	〃	〃	〃	66	〃	〃	〃	〃
Little-Schuylkill .	37,000	〃	〃	〃	〃	88	〃	〃	〃	6
Summa der Verzweigungen . .	81,160	Alle dieſe Verzweigungen ſind einfache Bahnen mit Ausnahme der von Little-Schuylkill, welche doppelt iſt und alle haben ſie hölzerne Unterlagen.								
Total-Summa .	319,903									

Staat von Maryland.

Eiſenbahn von Baltimore nach dem Ohio.

Die ganze Länge derſelben wird 499 Kilom. oder 125 Lieues (75 deutſche Meilen) betragen, wovon jedoch erſt 132 Kilom. oder 33 Lieues (20 deutſche Meilen) vollendet ſind. Der Uebergang über einen 247 Met. (787 rh. Fuß) hohen Berg hat 4 Rampen mit feſtſtehenden Dampfmaſchinen erforderlich gemacht, die eine Steigung von $^1/_{30}$ bis $^1/_{75}$ haben; die Steigungen der übrigen Theile der Bahn betragen im Maximum $^1/_{142}$, im Mittel $^1/_{264}$. Die Anlagekaſten betragen auf das laufende Meter 141 Met., die Krümmungshalbmeſſer 120 Meter; die Geſchwindigkeit, mit welcher ſowohl mit Thier- als Dampfkraft auf der Bahn gefördert wird, beträgt 14 bis 25 Kilometer in einer Stunde die Schwere der Schienen auf 1 Meter Länge $5^3/_4$ bis 18 Kilom.

Die Reſultate der verſchiedenen Verſuche, welche über die Anwendung des Dampfes als bewegende Kraft angeſtellt werden, geben uns ſehr intereſſante Details, welche die ſichere Ueberlegenheit der mechaniſchen über die Thierkraft beweiſen. Die Herren Davis und Gartner, zwei ausgezeichnete Mechaniker zu Baltimore, haben einen Dampfwagen (l'Atlantique) erbauet, der verſuchsweiſe zum regelmäßigen Transport auf einer Strecke von 64 Kilometern angewendet wurde und täglich 128 Kilom. machte. Als Brennmaterial wendete man Anthracit oder trockne Kohlen an, die nicht rauchen und die vortheilhaft mit Koaks von bituminöſen Steinkohlen benutzt werden können. Dieſe Kohlen haben den Vorzug, wohlfeiler als andere zu ſeyn.

Der Ausgangspunkt zu Baltimore liegt außerhalb der Stadt und 19,80 Met. über dem Meeresſpiegel; von dieſem Punkte ab bis zum Fuß der erſten Rampe, öſtlich vom Parr-Spring, beträgt die ganze Erhebung 170,1 Met. oder 2,65 Met. auf das Kilomet; und das Maximum der Steigung, mit Ausnahme der auf einer geringen Entfernung vom Fuß der Rampe und deren größter Widerſtand durch

die augenblickliche Impulſion überwunden werden muß, die durch die Wirkung der Bewegung ſelbſt erlangt worden iſt, beträgt $^1/_{141}$; der folgende Abhang $^1/_{252}$. Während aber der geringſte Krümmungshalbmeſſer auf dieſem erſten Abhange 300 Meter beträgt und der Widerſtand daher 0,45 Kilogr. auf 1000 Kilogr. des Gewichts von dem Wagen und ſeiner Belaſtung nicht überſteigen darf, beträgt der Krümmungshalbmeſſer auf dem zweiten Abhange, an manchen Punkten nur 120 Met. und der Widerſtand nach den letzten Verſuchen im Durchſchnitt 50% von det, auf einer geraden und ebenen Bahn erforderlichen Kraft und wenn dieſe letztere daher 4,5 Kilogr. auf 1000 Kilogr. beträgt, 2,25 Kilogr.

Nimmt man daher an, daß der mittlere Widerſtand der Wagen auf den Schienen, wenn dieſe, in Folge der von den Hufen der Pferde darauf geworfenen Erdklämpfen, nicht ganz rein ſind, durch 4,5 Kilogr. auf 1000 Kilogr. dargeſtellt werde, ſo wird der durch Reibung der Schwere und in den Krümmungen herrührende Widerſtand, bei einer Steigung von $^1/_{141}$ ausgedrückt werden durch:

4,50 Kilogr. + 7,15 K. + 0,45 K. = 12,10 Kilogr., oder

die Reibung durch	= 4,50 Kil.	= 12,10 Kologr. auf 1000 Kilogr. der ganzen Ladung.
die Schwere durch $^{1000}/_{141}$	= 7,15 „	
Widerſtand bei Krümmungen von 300 Met. Halbmeſſer.	= 0,45 „	

Derſelbe Widerſtand auf der Strecke mit $^1/_{152}$ Steigung wird ausgedrückt durch:

Die Reibung durch	= 4,50 Kil.	= 13,40 Kilogr. auf 1000 Kilogr. der ganzen Ladung.
Die Schwere	= 6,65 „	
Widerſtand bei Krümmungen von 120 Met. Halbmeſſer.	= 2,25 „	

Dieſes letztere Reſultat iſt gleich mit dem Widerſtande, den eine gerade Bahn mit einer Steigung von $^1/_{113}$ = 0,00885 Met. und dem Widerſtande einer Bahn mit $^1/_{119}$ Steigung und einer Krümmung von 300 Met. Halbmeſſer hat.

Digitized by Google

Da nun der größte Widerſtand in Folge der Steigungen und Krümmungen des Theiles von der Bahn zwiſchen Baltimore und der Rampe von Parr-Spring durch 13,40 Kilogr. ausgedrückt wird, ſo muß derſelbe die Belaſtung bei dem Aufſteigen der Bahn, beſchränken. Wir beſchreiben nach dieſen Daten den Nutzeffekt des Dampfwagens „l'Atlantique" auf einem ähnlichen Strich.

Dieſe Maſchine wiegt nebſt dem Waſſer in ihrem Keſſel und dem Brennmaterial in dem Ofen, 6500 Kilogr., von denen $^3/_5$, ohngefähr 3900 Tonnen oder 4 Tonnen, die Belaſtung auf den zu bewegenden Rädern bilden. Dieſe Räder haben 91 Centimeter (2 F. 11 Z.) Durchmeſſer und werden mittelſt einer Kurbel bewegt, die an der Are ſelbſt befindlich iſt und die mit der Kolbenſtange durch eine Kurbelſtange in Verbindung ſtehen.

Der Durchmeſſer der Kurbel beträgt 71 Centimeter, der der Kurbelſtange 0,355 Met. Der ganze Kolbenhub beim Auf- und Niedergange, bringt daher zwei vollſtändige Umdrehungen der Räder hervor. Die beiden Cylinder haben eine ſenkrechte Stellung, jeder hat einen Durchmeſſer von 25 Centimeter und einen Hub von 50 Centimeter. Sie ſind durch eine Querſtange verbunden, die mittelſt einer ſenkrechten Stange ihre Bewegung zweien Kurbelſtangen mittheilt, die rechtwinklich auf der Mitte der Are ſtehen. Auf dieſe Weiſe wird die Bewegung den Rädern ſehr gleichförmig mitgetheilt. Die Sicderöhren ſind ſenkrecht.

Die Nutzkraft ſolcher Maſchinen wird durch das Adhäſionsgewicht der zu bewegenden Räder und durch die Quantität der Dämpfe beſchränkt, die in einer gegebenen Zeit erzeugt und verbraucht werden. In England wird die Adhäſionskraft der Räder einer zu $^1/_{15}$ des Gewichts beſtimmt, welches die Schienen mittelſt derſelben zu tragen haben, wenn jene die geringſten Vortheile für dieſe Adhärenz haben, welches bei dem Klima dieſes Landes im Allgemeinen auf dem kalkigen und mergeligen Terrain der Fall iſt. Trocknes oder ſehr regnigtes Wetter, ſind gleich vortheilhaft für die

Adhäſion; feuchtes und nebliges Wetter iſt im Gegentheil ungünſtig.

In den vereinigten Staaten, wo die Luft gewöhnlich trockner und der Regen in der Regenzeit weit häufiger iſt, und wo das von den Eiſenbahnen durchſchnittene Terrain, an den Ufern des atlantiſchen Meeres, im Allgemeinen aus Alluvium beſteht und daher ſandig iſt, iſt der deshalb häufige Staub, weniger geeignet, die Schienen ſo glatt zu machen, als ſie in England ſind. Man hat daher die Adhäſionskraft in der ungünſtigſten Jahreszeit, d. h. im Winter zu $^1/_{12}$ annehmen zu können geglaubt. Zu allen übrigen Jahreszeiten wird die Adhäſion wahrſcheinlich weit größer ſeyn und vielleicht nie geringer als $^1/_8$. In den Fällen, daß die Schienen in dem ſchlechteſten Zuſtande befindlich ſind, kann die nutzbare Adhäſionskraft auf $^1/_3$ und in den gewöhnlichen Fällen auf ein $^1/_2$ von der bekannten Reibung des Eiſens auf Eiſen angenommen werden.

Nach dieſen Prinzipien würde die geringſte Adhäſion ausgedrückt werden durch 333 Kilogr. = $^1/_{12}$ von 4000 Kil. und die gewöhnliche Adhäſion durch 500 Kilogr. = $^1/_8$ von 4000 Kilogr., indem 4000 Kilogr. das Gewicht auf den zu bewegenden Rädern darſtellen.

Die Gränze des Nutzeffekts von dieſem Dampfwagen würde daher, wenigſtens was die Adhäſion der Räder anbetrifft, für die beiden erwähnten Zuſtände der Schienen ſeyn:

$$\frac{333}{6{,}75}\text{ Kil.} = 74 \text{ Tonnen} \;.\;.\; \text{und } \frac{500}{4{,}50}\text{ Kil.} = 111 \text{ Tonnen}$$

mit Inbegriff des Gewichts der Wagen, oder an Fracht allein, reſpektive 49 und 75 Tonnen, bei einer ganz ebenen und geraden Bahn.

Auf einer ebenen Bahn jedoch mit Krümmungen von 120 Met. Halbmeſſer, würde dieſelbe ganze Belaſtung für die beiden obigen Fälle werden:

$$\frac{333}{6{,}75}\text{ Kil.} = 49^1/_2 \text{ Tonn. und } \frac{500}{6{,}75}\text{ Kil.} = 74 \text{ Tonn.}$$

Und für die Fracht $31^1/_2$ Tonn. „ . . . . . 49 Tonn.

In dem Fall der oben angegeben Abhänge hat man:

$\frac{333}{12,10}$ Kil. = 27½ Tonn. und $\frac{500}{12,10}$ Kil. = 41½ Tonn.

Und für die Fracht 12½ Tonn. „ . . . . . . 20 Tonnen.

Die geringſte Belaſtung iſt gleich dem Transport von 100 Reiſenden auf 6 Wagen, die zweite dem von 175 Reiſenden auf 10 Wagen.

Was nun die Kraft der Maſchine und ihre Fähigkeit zur Dämpfeerzeugung betrifft, ſo müſſen wir bemerken, daß die Dämpfe, deren man ſich bei derſelben bedient, einen Druck auf die Wände des Keſſels ausüben, der gleich 22,5 Kilogr. auf 0,0006 Quadratmeter, oder gleich 3,4 Atmoſphären iſt. Nimmt man an, daß der Druck auf dem Kolben 18 Kiligr. oder 3 Atmoſphären auf eine Oberfläche von 0,0006 Quadratmeter und daß ihre geſammte Oberfläche = 0,0942 Quadratmeter betrage, ſo wird der geſammte Druck 2,826 Kilogr. ſeyn. In England rechnet man, daß 30% von dieſem Druck wirkſam ſeyen; giebt man aber wegen des, bei dieſer Maſchine angenommenen Räderwerks nur 25% zu, ſo erhält man noch immer 706,5 Kil. Nutzeffekt. Nimmt man nun an, daß die Reibung der Maſchine gleich 56,25 Kilogr. ſey, und daß bei einer vollſtändigen Belaſtung dieſe Zahlen auf 202,5 Kilogr. erhöhet werden müſſen und daß man auch, zur Ueberwindung der Trägheit den Werth der, weiter oben für den gewöhnlichen Fall gefundenen Adhäſion mit 500 Kilogr. in Anſchlag bringen müſſe, ſo erhält man als Summa 702,5 Kil. und daſſelbe wie bei der weiter oben angeführten wirklichen Kraft des Drucks auf die Kolben. Man kann daraus folgern, daß die Kraft der Dämpfe unter einem Druck von 3 Atmoſphären (18 Kilogr.) ſtets gleich einer durch ⅛ und oft ſelbſt durch mehr ausgedrückter Adhäſion ſey.

Da die Geſchwindigkeit von der Menge der Dämpfe abhängt, welche die Cylinder verbrauchen, der Ofen und die Siederöhren aber erzeugen und liefern können, ſo unterſuchen wir die Locomotive l'Atlantique, in dieſer Beziehung.

Bei einer Geſchwindigkeit von 24 Kilometern (6 franz.,

3,6 deutſchen Meilen) in der Stunde, müſſen die Bewegungsräder, welche 91 Centimet. im Durchmeſſer haben, 140 Umdrehungen in einer Minute machen, von denen jede den Inhalt zweier Cylinder an Dämpfen verbraucht. Die Oberfläche der beiden Cylinder beträgt 0,0942 Quadratmeter, die Länge des Kolbenhubes 51 Centimeter, das Volum der Dämpfe iſt daher gleich 0,048 Kubikmeter, die 140 Mal genommen, den Dämpfeverbrauch in einer Minute, bei einer Geſchwindigkeit von 24 Kilometern in der Stunde, = 6,720 Kubikmeter angeben.

Wir haben ſchon zugegeben, daß der Druck auf die Kolben 18 Kilogr. auf eine Oberfläche von 0,0006 Quadratmeter betragen. Bringt man nun, um alle Verluſte zu decken, dieſen Druck auf 22,5 Kilogr., ſo findet man, daß um 6,720 Kubikmeter von einer gleichen Dichtigkeit in der Minute zu erhalten 18,16 Liter Waſſer in derſelben Zeit, oder 1089,6 Liter in der Stunde verdampft werden müſſen. Die dampferzeugende Kraft dieſer Maſchine, iſt mehr als hinreichend, ein ſolches Reſultat zu geben, denn ſie könnte bis 1362 Liter Waſſer in der Stunde verdampfen; oder da die Kraft einer Maſchine proportional ihrem Dampf-Erzeugungs-Vermögen iſt, ſo könnte die hier erwähnte Locomotive mit einer Geſchwindigkeit von 28 Kilomet. in der Stunde, mit einer vollſtändigen Belaſtung und unter einem Druck von 18 Kilogr. auf 0,0006 Quadratmeter gehen. Bei einer geringen Belaſtung könnte die Geſchwindigkeit ſogar 28 Kilom. (7 Lieues, 4,2 d. Meilen) in der Stunde überſteigen.

Wir müſſen noch bemerken, daß, obgleich die obigen Berechnungen auf die Anwendung von Dämpfen von gleichförmiger Dichtigkeit in den Cylindern, auf dem ganzen Wege des Kolbens, beruhen, die Maſchine dennoch ſo eingerichtet iſt, daß ſie Dämpfe entweichen läßt, wenn der Kolben erſt ein Drittel ſeines Laufes vollendet hat.

Zu der Zeit als die Verſuche mit dem Dampfwagen angeſtellt wurden, waren die Steinkohlen noch ſehr theuer, ſo daß die täglichen Betriebskoſten auf 84 Fr. 79 C. zu ſtehen

Digitized by Google

kamen. Da aber der Dampfwagen eben ſo viel leiſtet als 42 Pferde mit 12 Kutſchern, wobei ſich die Transportkoſten auf 174 Fr. 90 C. belaufen, ſo findet bei der Anwendung des Dampfwagens immer noch eine Erſparung von 90 Fr. 11 C. täglich, oder 32,890 Fr. jährlich ſtatt.

Eine Maſchine von der Kraft des Atlantique könnte daher täglich mit einer vollſtändigen Beladung von 75 Tonnen, bei dem gewöhnlichen Zuſtande der Schienen, auf einem ebenen und geraden Wege 128 Kilometer täglich machen, welches gleich dem Transport von 9600 Tonnen 1 Kilometer lang, zu einer Fracht von 0,0083 Fr. die Tonne, bei ebener Bahn iſt. Bei Krümmungen von 120 Met. Halbmeſſer, würde ſich ſein Nutzeffekt auf 49 Tonnen × 128 Kilom., gleich dem Transport von 6272 Tonnen auf 1 Kilom., bei einer Fracht von 0,0135 Fr. auf die Tonne und das Kilometer reduciren.

Auf einer Bahn mit Steigungen und Krümmungen aber, wie bei der von Baltimore bis zum Parr Spring, wird der Nutzeffect gleich 20 Tonneu × 128 Kilom., gleich dem Transport von 2560 Tonnen auf 1 Kilom., bei einer Fracht von 0,0331 Fr. auf die Tonne und das Kilometer.

Es folgt daraus ein poſſitiver Vortheil bei der Anwendung der mechaniſchen gegen die der Thierkraft, als Transportmittel für Kaufmannsgüter; ein Vortheil, der auf folgende Betrachtungen gegründet iſt; nämlich: 1) Daß die Betriebskoſten für Dampfwagen minder bedeutend ſind, als die correſpondirenden für die Anzahl der Pferde, welche nothwendig ſind, um daſſelbe Reſultat zu erlangen; 2) daß alle Unterhaltungskoſten des für die Pferde erforderlichen Weges wegfallen; 3) daß eine Vermehrung des Nutzeffects der Schienen ſtatt findet, indem dieſelben weniger ausgeſetzt ſind, durch Schlamm, Sand ꝛc. verdorben zu werden, welche die Füße der Pferde erheben, Reſultate, die man wenigſtens auf 25% ſchätzt; endlich 4) daß eine kleine Anzahl von Transportwägen, denſelben Transport mit einer doppelten Geſchwindigkeit bewerkſtelligen kann. Beim Perſonentrans-

Digitized by Google

port ſind dieſe Vortheile noch größer, da man gefunden hat, daß die Nutzkraft der Pferde ſich in dem Verhältniß vermindert, daß man ſich einer Geſchwindigkeit von 16 Kilom. in der Stunde nähert, eine Gränze, an der ſie gänzlich aufhört. Die Nutzkraft der Pferde iſt am vortheilhafteſten, wenn ſie nur mit einer Geſchwindigkeit von 4½ bis 5 Kilom. laufen.

Seit der Erbauung des Atlantique ſind bei den Maſchinen neuere Vervollkommnungen angebracht, wodurch die Urſachen der Reibung und damit die Ausgaben bedeutend vermindert worden ſind und die Räder eine größere Stabilität erlangt haben. Einige von dieſen Rädern haben ſchon 9000 Lieues durchlaufen, ohne irgend eine Reparatur nöthig gehabt zu haben. Ein ſo günſtiges Reſultat iſt hauptſächlich durch einen Schmiedeeiſernen Reif erreicht, der um die Mitte der gußeiſernen Felgen gelegt worden iſt und wodurch man im Stande geweſen iſt, dieſem weſentlichen Theile der Räder eine große Härte zu geben.

Man verbrennt bei dieſen letztern Maſchinen nur Anthracit, ein ſehr vortheilhafter Umſtand, weil dabei die Reiſenden weder von dem Rauch noch von der glühenden Aſche beläſtigt werden, welche der Luftzug gewöhnlich gegen die Wagen treibt.

Folgendes iſt die Beſchreibung der Locomotive „l'Arabe“ die uach dieſen neneſten Verbeſſerungen eingerichtet iſt.

Sie iſt mit einem Keſſel verſehen, der dem oben beim „Atlantique“ beſchriebenen ähnlich iſt. Er hat mit 1 Met. 32 Centim. im Durchmeſſer, iſt 1 Met. 61 Centim. hoch. Der Durchmeſſers des Ofens beträgt 1 Met. 23 Centimet., die Höhe deſſelben 56 Centim. Es ſind 400 Siederöhren vorhanden, deren Durchmeſſer am untern Ende 3 Cent. und am obern Ende 2½ Cent. beträgt. Sie ſind 79 Centimeter lang, von denen 15 bis 17 Centim. über die Oberfläche des Waſſers in dem Keſſel vorſpringen. Der obere Theil des Keſſels iſt um 27 Centimeter auf einem gewiſſen Theile der Oberfläche gedrückt und nimmt die Enden der Röhren auf, gewiſſermaßen im Innern des Condenſators ein cylindriſches

Reſervoir von heißer Luft bildend, welches ſich von den Röhren bis zu dem Gipfel des Keſſels ausdehnt und unmittelbar mit dem Rauchfang in Verbindung ſteht, welcher zu dem Ende unten etwas erweitert und mit den cylindriſchen Wänden des heißen Luft-Behälters verbunden iſt. Die Kaminröhre kann nach Belieben weggenommen werden, ſo daß man alsdann die Sieteröhren ſehen kann, die nach Erfordern ausgewechſelt werden können.

Die Condenſatoren haben 30 Centim. Durchmeſſer und 58 Centim. Kolbenſpiel. Die Bewegung wird den Kurbelſtangen eines jeden Rades unmittelbar mitgetheilt. Die Federn ſind unter dem Gerüſt angebracht, auf welchem der Wagen ruht, und die Wirkung der Dämpfe kann nach Belieben, an beiden Räderpaaren zugleich in der Richtung geändert werden. Die Aufhängungspunkte, an denen die Reibung wirkt, haben ebenfalls mehrere Vervollkommnungen erhalten.

Die Mittel zur Fortleitung der Dämpfe ſind ebenfalls verändert werden; ſie geſchieht durch die Leitcylinder, indem ſie zuvörderſt im Innern des Keſſels niedergehen und mit den Cylindern ſelbſt in Berührung kommt, ſo daß ſie mit dem möglichſt geringſten Verluſt durch die Condenſation hierin gelangt. Die Dämpfe, welche bei dem Uebergange von den Cylindern zum Ventilator oder Gebläſe verloren gehen, werden zwiſchen einer kreisförmigen, den Keſſel umgebenden Leitung, welche die Speiſeröhre für die Waſſerpumpen enthält, geleitet. Hierdurch gelangt das Waſſer mit einer ſchon hohen Temperatur in den Keſſel. Die Wirkung des Gebläſes ſteht unter Aufſicht des Maſchiniſten, welcher dieſelbe nach Belieben verſtärken oder vermindern kann.

Die der glühenden Einwirkung des Feuers ausgeſetzte Oberfläche, beträgt ohngefähr 2,74 Quadratmeter und die ganze Oberfläche der Röhren, welche mit der heißen Luft in Berührung ſteht und in denen ſie fort geleitet wird, 27,40 Quadratmeter, die ganze der Einwirkung des Feuers unterworfene Oberfläche, daher 30,14 Quadratmeter. Mit einem ſolchen Syſtem von Siedröhren und Oefen können die Dämpfe

mit einer hinlänglichen Schnelligkeit und in hinreichender Menge erzeugt werden, um die Cylinder, ſo groß wie ſie ſind, und mit einem Kolbenſpiel von 8,55 Met., unter einem Druck von 22,5 Kilogr. oder 3½ Atmoſphären auf 0,0006 Quadratmetern Oberfläche und zu jeder Geſchwindigkeit auf Eiſenbahnen fähig, zu ſpeiſen. Dieß iſt das Reſultat des Verſuches, dem dieſe Maſchine mit einer Geſchwindigkeit von 19 Kilometern (2½ preuß. Poſtmeilen) in der Stunde, unterworfen worden iſt. Auf einem ganz ebenen Theil der Bahn, war ſie im Stande einen Zug zu bewegen, deſſen ganzes Gewicht, mit Einſchluß der Wagen, der Maſchine und des Munitionswagens 112¾ Tonnen betrug. Mit dieſem Zuge, jedoch mit einer verminderten Geſchwindigkeit, konnte ſich die Maſchine auf ſolchen Theilen der Bahn bewegen, die Steigungen von mehr als 3 Millimet. auf 1 Meter (0,4 Linien auf 1 Fuß) und Krümmungshalbmeſſer von 300 Metern haben.

Die Locomotive l'Arabe wiegt, nebſt dem erforderlichen Brennmaterial und Waſſer, 7½ Tonne, von denen 3 Tonnen 856 Kilogr. auf den vordern und 3 Tonnen 644 auf den hindern Rädern ruhen. Dieſe Vertheilung des Gewichts iſt vortheilhaft und verhindert bis zu einem gewiſſen Punkt die Urſachen der Zerſtörung der Bahn, welche ihren Grund in einer ungleichen Vertheilung der Laſt auf den Rädern haben und verleiht der Maſchine eine bedeutendere Adhäſionskraft, ſo daß ſie ihre ganze Zugkraft benutzen kann. Dieſe Maſchine Abhänge von $^1/_{30}$ hinangegangen.

Die Verſuche auf der Ohio-Eiſenbahn haben bewieſen, daß es nicht vortheilhaft ſey mehr als 2 Tonnen unmittelbar auf jedem zu bewegenden Rade ruhen zu laſſen, der Grad der Vervollkommnung den man bei der Konſtruktion der Räder, oder der Schienen zu erreichen im Stande iſt, ſey welcher er wolle. Hat man aber bei dem einen oder dem andern dieſer weſentlichen Theile der Eiſenbahnen nicht erreicht, ſo dürfte das Gewicht, wenn es möglich iſt, 1½ Tonnen nicht überſteigen.

Digitized by Google

Was nun die Konſtruktion der Perſonen-Transportwagen betrifft, ſo hat man bei denſelben auch einige Verbeſſerungen angebracht, die darin beſtehen, daß man ſie auf 8 Räder ſtellt. Es erfolgt daraus eine ſanftere Bewegung für die Reiſenden und eine Erleichterung für die Schienen, weil die Belaſtung weit gleicher vertheilt iſt. Endlich können die Perſonenwagen wohlfeiler hergeſtellt werden, als die vierrädrigen und haben auch geringere Reparaturkoſten. Durch die Anwendung von 4 Räderpaaren können dieſelben einander ſo nahe gebracht werden, als es nur geht, daß ſie ſich gegenſeitig nicht hindern; auch können ſie auf dieſe Weiſe die Krümmungen leichter durchlaufen. Die Wagen haben mehrere Abtheilungen und es können in denſelben 8 bis 12 Perſonen bleiben.

Die angewendeten Räder haben 76 Centimeter (2 Fuß 5 Zoll) Durchmeſſer und 12 Speichen. Der um die Felgen gelegte Ring beſteht aus 12 Millimeter (5½ Linien) ſtarken Drathe; er iſt ohngefähr 12 Millim. von dem äußeren Rande entfernt, eingelaſſen.

Die Räder für die Transportwagen wiegen 100 Kilogr. und die für die Perſonenwagen 117 Kilogr.

Ehe wir aber nun zu der Betrachtung der Eiſenbahnen im Staate von Süd-Carolina übergehen, theilen wir hier erſt zuvörderſt einen Bericht an den Stadtrath zu Baltimore über eine andere neue verbeſſerte Locomotive auf der Baltimore-Ohio-Eiſenbahn mit. Der Bericht iſt am 24. März 1836 datirt, und wir entlehnen denſelben aus Nr. 29. des „Eiſenbahn-Journals“ von Fr. Liſt für 1836.

Ihr Commité verließ Baltimore, begleitet von einem Commité des Direktoriums der Baltimore- und Ohio-Eiſenbahn und der Handelskammer; im Ganzen beſtand die

Geſellſchaft aus 42 Perſonen, und der Zug außer der Dampf=maſchine und dem Munitionswagen, aus einem achträdrigen 44 Perſonen faſſenden Paſſagierwagen und drei vierrädrigen, jeder 17, alſo zuſammen 51 Perſonen faſſenden. Zum Behuf der anzuſtellenden Probe, hatte der Ingenieur die Weiſung erhalten, an der 42 engliſche Meilen von Baltimore entfernten ſchiefen Fläche Nro. 1 den großen Paſſagierwagen auszuſpannen und mit den übrigen drei, mit 50 Perſonen belaſtet, die Steigung hinaufzufahren. Aber im Vertrauen auf die Kraft jener Maſchine befuhr der Ingenieur dieſe ſchiefe Fläche mit demſelben Wagenzuge ohne anzuhalten. Die auf der Ebene gewonnene Kraft ward in den erſten 300 Fuß der Steigung erſchöpft, und von da an ging die Maſchine mit einer Schnelligkeit von 4 bis 5 Meilen (1 deutſche Meile) pr. Stunde, vermehrte jedoch dieſelben im Anſteigen. Die ſchiefe Fläche Nro. 1 iſt 2150 Fuß lang, und ſteigt in 2050 Fuß 197 Fuß pr. Meile und in den übrigen 100 Fuß 201 Fuß pr. Meile. Von der erſten zur zweiten ſchiefen Fläche fuhr der Zug mit der gewöhnlichen Schnelligkeit. Letztere iſt 3000 Fuß lang und ſteigt auf den erſten 2800 F. 170 Fuß pr. Meile, auf den folgenden 100 Fuß 227 Fuß pr. Meile und auf den letzten 100 Fuß 264 Fuß pr. Meile. Dieſe Steigung ward von der Maſchine mit einer Schnelligkeit von 5 bis 6 Meilen überwunden, aber 30 Fuß von dem höchſten Punkte ſtand ſie ſtille. Die drei kleinen leeren Wagen mit einem Gewichte von 5 Tonnen 1 Zentner wurden nun abgeſpannt, worauf die Maſchine mit dem übrigen Gewichte, ohne irgend eine Beihülfe mit der größten Leichtigkeit die ſchiefe Fläche vollends erſtieg. Der Dampf entwich auf dem höchſten Punkte in eben ſo großer Maſſe aus dem Sicherheits=Ventile, wie am Fuße der ſchiefen Fläche. Nach urkundlich angeſtellter Abwägung war das Gewicht der einzelnen Beſtandtheile des Wagenzuges folgendes:

Digitized by Google

Der Maſchine	8 Tonnen	10 Zentner		
Des Tenders	4 „	7 „		
			12 T.	17 Ztr.
Des achträdrigen Wagens	4 „	17 „		
Der 45 Paſſagiere . .	3 „	1 „		
			7 T.	18 Ztr.
			20 T.	15 Ztr.
Der drei kleinen Wagen . . .			5 T.	— Ztr.
			= 25 T.	18 Ztr.

Demnach zog die Maſchine auf den bis 227 Fuß betragenden Steigungen der ſchiefen Flächen ein Brutto-Gewicht von 25¾ Tonnen und auf der 264 Fuß betragenden letztern Steigung ein Brutto-Gewicht von 20¾ Tonnen, ohne alle Beihülfe der durch den ſchnellern Lauf auf der Ebene gewonnenen Kraft. Auf dem höchſten Punkte wurden zwei mit Rohreiſen beladene Wagen mit einem Geſammtgewichte von 8 Tonnen hinzugeſpannt, ſo daß das ganze Gewicht des Wagenzuges 33¾ Tonnen betrug, womit die Maſchine auf dem Rückwege nach Baltimore die vorgenannten ſchiefen Flächen nicht nur ohne Anwendung von Bremſen und Aufhaltern in beliebiger Schnelle herabfuhr, ſondern auch um ihre Kraft zu zeigen und darzuthun, wie ſehr man ſie in der Gewalt habe, wiederholt mitten auf den ſchiefen Flächen angehalten wurde.

Es iſt faſt überflüſſig zu bemerken, daß ihr Comité über dieſe Reſultate erſtaunt iſt, und daß es nach dieſen Erfahrungen die Ueberzeugung hegt, die Maſchinen der Baltimore- und Ohio-Eiſenbahn ſeyen im Stande, Steigungen von 200 bis 250 Fuß in der Meile (1 in 23¾ bis 26) mit 50 Paſſagiern mit Leichtigkeit zu befahren.

Hieraus erhellt, daß die Leiſtungen dieſer Maſchinen die der beſten engliſchen weit übertreffen, und daß es der Balti-

Digitized by Google

more = und Ohio = Eiſenbahn = Compagnie vorbehalten war, Maſchinen herzuſtellen, die mit einer bis jetzt nicht gekannten Rieſenkraft die wichtigen Eigenſchaften der Schnelligkeit, Dauer, Leichtigkeit der Reparaturen und der Anwendung der Anthracit = Kohle als Brennmaterial verbinden. Ihr Comité freut ſich, bei dieſer Gelegenheit die wichtigen Dienſte anzuerkennen, welche die Baltimore = und Ohio = Eiſenbahn= Compagnie dem Syſteme der Eiſenbahnen überhaupt und insbeſondere dem der Stadt Baltimore geleiſtet hat. Die Meinung, daß die Alleghaniſchen Gebirge auf der Potomak= Route ohne ſtehende Maſchinen überſtiegen werden können, iſt jetzt die allgemein herrſchende, und Ihr Comité theilt dieſelben vollkommen. Ungeachtet aus England einige der beſten Maſchinen, die je dort gebaut, von den vereinigten Staaten importirt wurden, exiſtirt vielleicht, mit Ausnahme der von der Baltimore = und Ohio = Compagnie erbauten, nicht eine einzige in dem ganzen Umfunge der Union, welche fähig wäre, die auf dieſer bergigen Route vorkommenden Krümmungen und Steigungen mit Vortheil zu paſſiren. Die Natur hat viel für den Verkehr von Baltimore gethan, aber die Baltimore = und Ohio = Eiſenbahn = Compagnie iſt nicht hinter ihr zurückgeblieben.

Ihr Comité fühlt ſich um ſo mehr verpflichtet, dieſe Verdienſte öffentlich anzuerkennen, als es dadurch Gelegenheit erhält, den amerikaniſchen Mechanikern, die ihre Fähigkeiten und Geſchicklichkeiten bei dem Baue der befraglichen Maſchinen auf ſo glänzende Weiſe erprobt und gezeigt haben, daß in dieſem wie in jedem andern Fache menſchlicher Induſtrie ihr Erfindungsgeiſt des höchſten Aufſchwunges fähig iſt, Gerechtigkeit widerfahren zu laſſen. Nur erſt wenige Jahre ſind verfloſſen, ſeitdem die öffentliche Meinung an die Baltimore= und Ohio = Eiſenbahn = Compagnie das Anſinnen geſtellt hat, dem Beiſpiele ihrer Nachbarn zufolge, ihre Maſchinen zu importiren; damals ward ihre beharrliche Weigerung, obgleich aufs Beſte begründet, als Thorheit und Eigenſinn verſchrien. Der Erfolg hat ſie nun vollkommen gerechtfertigt und dar=

gethan, wie ſehr ihre Hoffnung, die Geſchicklichkeit der Mechaniker dieſes Landes werde beſſere und zur Befahrung der Baltimore- und Ohio-Eiſenbahn geeignetere Maſchinen, als die engliſchen produciren, begründet geweſen iſt.

Die Leiſtungen der Locomotive beruhen auf drei Dingen: 1) auf dem Gewichte, welche ihr die erforderliche Adhäſionskraft an die Schienen giebt; 2) auf der Fähigkeit der Cylinder, dieſe Adhäſioskraft in ihrer höchſtmöglichen Ausdehnung zu benutzen; 3) auf der Fähigkeit des Dampferzeugers, die Cylinder mit einer ihrer Capacität entſprechenden Menge Dampf zu verſehen. Wo die Dampfkraft nur auf ein paar Räder wirkt, da wird vorausgeſetzt, das ganze Gewicht ruhe gleichmäßig auf allen vier Rädern nur die halbe Adhäſion benutzt. Die engliſchen Dampfmaſchinen treiben nur ein paar, die der Baltimore- und Ohio-Bahn beide Paare; bei gleichem Gewichte und hinreichender Erzeugung von Dampf muß daher die letztere noch einmal ſo viel leiſten, als die erſtere.

Je größer nach Maß und Durchmeſſer der Cylinder, deſto größer die Kraft, vorausgeſetzt, daß es an dem erforderlichen Dampf nicht fehlt, nun halten aber die Cylinder der Baltimore-Maſchinen 12½ Zoll Durchmeſſer und 22 Zoll Stoß, die engliſchen dagegen ſelten mehr, als 10 oder 11 Zoll Durchmeſſer und 17 bis 18 Zoll Stoß; die erſteren ſind folglich bei Weitem die wirkſamern, wovon man ſich durch die tägliche Erfahrung überzeugen kann. Endlich die Dampferzeuger betreffend, ſo beträgt die Zahl der Röhren in den Baltimore-Maſchinen vierhundert, während die engliſchen ſelten mehr, als 120 enthalten; es wird alſo bei gleich ſtarkem Feuer in dieſem Verhältniß durch die erſteren mehr Dampf producirt, und zu dem gewinnen die Dampferzeuger an Dauerhaftigkeit in außerordentlicher Weiſe. Nach neunmonatlichem unaufhörlichem Gebrauche ſind die Baltimore-Dampfwagen noch ſo vollkommen, wie am erſten Tage, während man an den engliſchen unaufhörlich zu repariren hat.

Ihr Comité führt dieſe Thatſachen, die Jedermann verſtändlich ſeyn müſſen, in der Abſicht an, um darzuthun

Digitized by Google

daß die größeren Leiſtungen der Baltimore-Maſchine, im Vergleich mit den engliſchen, nicht blos zufällige oder eingebildete, ſondern in wirklich verbeſſerter Anwendung der mechaniſchen Principien begründete ſind.

Die Maſchinen werden von den Herren Gillingham und Winans in der Fabrik der Compagnie verfertigt. Beide Herren waren viele Jahre in den Dienſten der Compagnie, bevor ſie Contractors wurden. Ihnen und dem verſtorbenen Phinehas Davis, dem früheren Contractor, hat man die erwähnten Vervollkommnungen der Baltimore-Maſchinen zu verdanken. Ihr Etabliſſement iſt ein ſehr bedeutendes, es beſchäftigt fortwährend 100 Arbeiter und iſt an und für ſich ſelbſt durch die Arbeit die es veranlaßt, und das Gold, welches dadurch in Circulation geſetzt wird, ein dem Lande ungemein nützliches.

Die Compagnie hat ein Verkaufsrecht auf die Fabrikate dieſer Anſtalt und bezahlt 5000 Dollars für die Maſchine. Die Reparationen werden nach Verhältniß des dadurch verurſachten Zeitaufwandes bezahlt. Die Koſten der Fabrik werden von den Contractors beſtritten, die auch für andere Leute arbeiten, in ſo weit ihre Dienſte nicht von der Compagnie in Anſpruch genommen werden. Die urſprüngliche Anlage des Etabliſſements hat der Compagnie 10,000 Dollars gekoſtet, ein Aufwand, der ihr längſt durch den geringeren Preis der Maſchinen, die bereits bewirkten Verbeſſerungen und durch die aus der Nähe der Anſtalt erwachſende Bequemlichkeit und Förderung der Arbeit erſetzt worden iſt.

In dem letzten Jahresberichte der Baltimore- und Ohio-Eiſenbahn-Compagnie iſt der außerordentlichen Leiſtungen der Baltimore-Maſchinen bereits häufige Erwähnung geſchehen, und man hätte denken ſollen, dieſe Berichte würden allen Glauben verdienen. Dennoch ſind, namentlich in Beziehung auf die Ueberſteigung des Paar-Bergrückens, der Ungläubigen nicht wenige geweſen, was hauptſächlich daher rühren mochte, daß jene Angaben alle bisherigen Erfahrungen über-

Digitized by Google

trafen, oder mit andern Worten, daß ſie, wie die Phraſe geht, „zu gut waren um wahr zu ſeyn.“

Ihr Committé hat ſich nun von dieſen Leiſtungen durch den Augenſchein überzeugt, und ſie freut ſich in dieſer Beziehung zu Gunſten von Erfolgen, die unſerm Vaterlande und den Beförderern vaterländiſcher Talente ſo ſehr zum Ruhme gereichen, öffentliches Zeugniß ablegen zu können.

Man könnte das hier Geſagte für übertrieben halten, da dieſe Reſultate alles weit übertreffen, was bis jetzt rückſichtlich der Grenze der Wirkung eines Dampfwagens bei Anſteigen des Terrains allgemein angenommen wurde; allein aus einem ſpäter eingelaufenen, und in öffentlichen Blättern mitgetheilten Schreiben des ſächſiſchen Conſuls Brauns zu Baltimore geht hervor, daß das in dem Bericht Geſagte auf der ſtrengſten Wahrheit beruht, daß von den neuen Locomotiven wirklich Steigungen von 1 auf 25 (bisher hielt man 1 auf 96 für die Grenze) mit Leichtigkeit, obſchon natürlich mit verminderter Geſchwindigkeit, überwunden werden.

Staat von Süd-Carolina.

Das Bedürfniß einer Verbindung mit dem Weſten, wurde von den Bewohnern der ſüdlichen Staaten eben ſo ſehr gefühlt, wie von denen der nördlichen und es entſtanden daher die folgenden Eiſenbahnlinien:

Einfache Eiſenbahn von Charleston nach Auguſta.

Dieſe Bahnlinie hat im Allgemeinen eine Richtung von Oſten nach Weſten und durchſchneidet ein ſumpfiges, von vielen großen Flüſſen durchſtrömtes Terrain. Man hat ſich daher genöthigt geſehen, eine eigenthümliche Konſtruktion anzunehmen, die in einer Art von fortlaufender Brücke beſteht, die ohngefähr 1,82 Meter ($5^3/_4$ Fuß) über der Erdoberfläche liegt. Dieſe Konſtruktion iſt um ſo vortheilhafter

Digitized by Google

befunden worden, da die Gegend einen Ueberfluß an vortreff-lichem Bauholz hat; ſie iſt auch um ſo wohlfeiler, da die Eiſenbahn ſogleich nach ihrer Vollendung benutzt werden konnte, welches nicht der Fall geweſen ſeyn würde, wenn man Aufſchüttungen von Dämmen angewendet hätte, die ſich nothwendig erſt ſetzen mußten. Die nothwenigen Auf-ſchüttungen, werden erſt nach und nach ausgeführt werden, wobei man ſich der Eiſenbahn ſelbſt zu dem Transport der Berge bedient. Auf dieſe Weiſe werden alle Dämme die er-forderliche Feſtigkeit erlangt haben, ſobald eine Auswechſe-lung der hölzernen Gerüſte erforderlich ſeyn wird.

Die Ströme werden auf hölzernen Brücken überſchrit-ten, die in der Mitte Oeffnungen zum Durchlaſſen der Fahr-zeuge haben. Im weſtlichen Theile der Bahn mußte eine Höhe von 110 Met. durch eine geneigte Ebene von $^1/_{13}$ überſtiegen werden; auf den übrigen nicht horizontalen Thei-len der Bahn, beträgt das Maximum der Steigung $^1/_{150}$ und das Mittel $^1/_{200}$. — Nur auf der geneigten Ebene und in den 16 Ausweichungen iſt die Bahn doppelt.

Die ganze Länge der Bahn beträgt $54^1/_2$ Lieue (32,7 deut-ſche Meilen); die Breite mit Einſchluß der Gräben 4,88 Met. ($15^1/_3$ Fuß), die der Bahn nnr 2,74 Met. (8 Fuß $8^3/_4$ Zoll). Krümmungen hat die Bahn wenige.

Auf dem Scheitelpunkt der Rampe ſtehen zwei Dampf-maſchinen, von denen eine jede eine Kraft von 25 Pferden hat. Beide wirken auf eine Kurbel und können eine Total-laſt von ohngefähr 36 Tonnen mit einer Geſchwindigkeit von 66,6 Met. in der Minute (4 Lieues in der Stunde) aufwärts bewegen.

Der Mechanismus, wodurch der Aufzug bewirkt wird, iſt ſehr vereinfacht, ſo daß der letztere ſehr regelmäßig erfolgt. Das Seil wickelt ſich um eine, mit einer Spur verſehenen Scheibe, welche an einer ſenkrechten Welle ſitzt und deren eines Ende mit einem Zahnrade verſehen iſt. Zwei ſenkrecht aufeinander ſtehende Cylinder theilen ihm die Bewegung mit,

die auf dieſe Weiſe ſich ausgleicht und ein Schwungrad unnöthig macht.

Der Keſſel beſteht aus zwei verſchiedenen Abtheilungen, welche durch einen Sperrhahn mit einander in Verbindung ſtehen, ſo daß jeder Theil unabhängig von dem andern benutzt und der eine reparirt werden kann, während der andere im Betriebe iſt.

Die Cylinder und die Dampfleitungen ſind ebenfalls mit Sperrventilen verſehen, die denſelben Zweck haben, ſo daß dieſe Maſchine gewiſſermaßen doppelt iſt. Eben ſo hat man auch ſtets einen Vorrath von ſolchen Maſchinentheilen, die einer augenblicklichen Auswechſelung bedürfen, ſo daß man gegen jede Unternehmung beim Betriebe der Rampe geſichert iſt.

Bei der Erbauung der Bahn hat man ſich gänzlich nach der Beſchaffenheit des Terrains gerichtet.

Auf Thon und Sand, da wo keine Dammarbeiten erforderlich waren, hat man das Terrain blos nach dem Nivellement gebaut, zu beiden Seiten Gräben gezogen und dann 1,97 Met. (6 Fuß 3$^1/_3$ Zoll) von einem Mittelpunkt zum andern, Querbalken gelegt, die 3 Meter lang, 30 Cent. hoch und 25 Cent. breit ſind und aus Fichtenholz beſtehen. Auf dieſen Querbalken liegen längs der Bahn 15 Cent. breite und 25 Cent. hohe Schwellen, auf denen die platten Schienen befeſtigt ſind. Zwiſchen beiden Schwellen iſt eine abgerundete Bahn aufgeſchüttet, ſo daß die Querbalken ganz bedeckt ſind.

Da wo Durchſchnitte gemacht worden ſind und das Terrain minder feſt war, hat man unter die Querbalken erſt noch einmal Längenbalken gelegt. Dieſelbe Art der Conſtruktion hat man auch auf der Rampe angewendet, jedoch mit Hölzern von ſtärkern Dimenſionen.

Da wo das Terrain moraſtig iſt und wo ein Damm nöthig geweſen wäre, hat man 25 bis 38 Cent. (9$^1/_2$ bis 14$^1/_2$ Zoll) ſtarke Pfähle 1,22 Meter (3 Fuß 10$^2/_3$ Zoll) tief in

Digitized by Google

die Erde getrieben und zwar das dünnere Ende nach unten. Die Pfähle ſtehen der Länge nach 1,97 Meter (6¼ Fuß) und der Breite nach 1,83 Meter (5 Fuß 10 Zoll) von einander. In dem Terrain, welches weniger Widerſtand leiſtete, ſind die Pfähle bis auf 7,61 Meter (24¼ Fuß) Tiefe hereingetrieben. Es geſchah dieß mittelſt einer Rampe von 10,67 Met. (34 Fuß) Höhe, deren Geſtell auf ſtarken Rollen ruhete, ſo daß ſie von einem Punkt zum andern bewegt werden konnte. Der Rammblock wog 450 Kilogr. (945) mit einem freien Fall bei den letzten Schlägen von 6 Meter (19 Fuß) und trieb die Pfähle auf einen Schlag nie tiefer, als ungefähr 2 Zoll.

Es muß große Sorgfalt bei der Rammarbeit angewendet werden, um ein glückliches Reſultat zu erlangen. Die Pfähle wurden ohne Zuſpitzung oder Armirung in 3¼ Fuß tiefe Löcher geſetzt und auf dieſe Weiſe eingetrieben, wodurch ſie eine größere Stabilität erlangten. Die Pfähle ſind endlich oben in beſtimmter Höhe abgeſchnitten und paarweiſe durch 2,74 Meter lange und 23 Centim. im Quadrat ſtarke Querbalken, die mit jenen verzapft worden, verbunden. Auf dieſen Querbalken liegen die Unterlagen für die Schienen, welche 15 Cent. breit, 25 Cent. hoch und nie weniger, als 6 Meter lang ſind. Sie liegen in Einſchnitten in den Querbalken und ſind noch durch Keile auf dieſelben befeſtigt. Die innere Kante der Unterlagen iſt abgeſtumpft und die innere Kante der Schienen kann daher etwas überſtehen.

An einigen Punkten ſtehen die Pfähle 4,57 Meter (11 Fuß 10½ Zoll über dem Boden und ſind daher außerhalb mit Strebepfählen verſehen, die oben in die ſenkrechten Pfähle eingezapft ſind, unten auf dem Boden gegen kurze Pfähle treten, die ungefähr 8½ Fuß von den ſenkrechten entfernt, in den Boden getrieben ſind.

Beträgt die Erhöhung der Bahn über dem Boden noch nicht 3 Meter (9½ Fuß), ſo iſt zwiſchen den beiden ſenkrechten Pfählen eine Strebe, von dem Boden auf der einen Seite bis zu dem obern Punkt auf der andern Seite, einge-

Digitized by Google

laſſen. Liegt die Bahn höher über dem Boden, ſo hat man zwei Streben angewendet, die einander durchkreuzen. Beträgt dieſe Erhöhung ſogar 5½ Meter (17½ Fuß), ſo hat man zuerſt drei Pfähle in den Boden gerammt, dieſe dicht über der Bodenoberfläche mit einem Querbalken verbunden. Auf denſelben ſind zwei Pfeiler eingezapft, welche oben den Querbalken tragen, auf welchem die Unterlagen der Schienen liegen und die eine ſchräge Stellung haben und gegen welche auf jeder Seite ein eben ſo ſchräg ſtehender Strebepfeiler aufgerichtet iſt.

Die Schienen ſind 2¼ Zoll breit, ½ Zoll ſtark und 3 bis 4½ Meter lang. Auf den hölzernen Unterlagen ſind ſie mittelſt eiſerner Nägel befeſtigt.

Die Ausweichungen liegen 11 Kilomet. (2920 Ruthen) von einander entfernt. Ihre Länge mit einer Krümmung von mindeſtens 232 Meter Halbmeſſer beträgt 180 Met. In der Mitte ſind ſie 9,14 Met. von der Hauptbahn entfernt. Daſelbſt iſt eine Waſſerpumpe vorhanden, um die Munitionswagen mit neuen Speiſewaſſern zu verſehen, ſo wie auch Schuppen zur Aufbewahrung des Brennmaterials. An jedem Ende der Ausweichungen ſind die Schienen beweglich. In der Mitte einer jeden, iſt eine kreisförmige Scheibe befindlich, mittelſt der man von einem Zuge diejenigen Wagen, in ſenkrechter Richtung auf der Bahn, nach den Magazinen führen kann, welche für dieſe Station beſtimmt ſind. — Die Anlagekoſten der Bahn haben auf das laufende Meter 32 Fr. betragen.

Die bewegende Kraft bilden Dampfwagen, die ſich mit einer Geſchwindigkeit von 12 und 20 Kilomet. in der Stunde bewegen. Dieſe Maſchinen ſind theils aus den engliſchen Fabriken der Herren R. Stephenſon, E. Bury und Fenton eingeführt, theils in den vereinigten Staaten ſelbſt angefertigt.

Man hat es auszumitteln geſucht, ob es vortheilhaft ſey, Maſchinen mit 6 und 8 Rädern, ſtatt mit 4 anzuwen-

Digitized by Google

den und man hat ſich anfänglich für jene erklärt, indem dadurch den Urſachen der Zerſtörung der Bahn vermindert würden. Hauptſächlich hat man aber den Punkt feſtgehelten, daß Brüche und Abnutzung der Schienen mit der Schnelligkeit der Bewegung in einem furchtbaren Verhältniß zu nehmen und daß es daher zweckmäßig ſey, die Geſchwindigkeit für den Transport der Kaufmannsgüter auf 12 oder 13 Kilometer ($3^1/_2$ Lieues, 2,1 deut. Meilen und für den Perſonentransport auf 25 Kilom. ($8^1/_4$ Lieues, $2^1/_2$ d. Meilen) in der Stunde, zu beſchränken. — Die Actien der Geſellſchaft haben einen Stand von 115%.

Uebrigens iſt dieſe Eiſenbahn nur der erſte Theil von einer großen projectirten Eiſenbahnlinie zwiſchen dem Atlantiſchen Meere und dem großen Miſſiſippithal.

Einfache Eiſenbahn von Decatur nach Tuscumbia.

Dieſe Bahn, welche zuvörderſt nur ein locales Intereſſe hatte, wird ebenfalls eine Stelle in der projectirten Verbindung des Atlantiſchen Meeres mit dem Miſſiſippi einnehmen.

Es iſt der ungeheure Vortheil dieſer großen Eiſenbahn-Linien, welche die neue Welt in allen Richtungen durchſchneiden, daß bei ihrer Vollendung jeder einzelne Staat der Union intereſſirt, und daß ſie demnach ein Punkt der Verbindung zu vereinigten Anſtrengungen zu einer Sache von ſo reichen Reſultaten und einer Zukunft der Stabilität für die ſchönen Inſtitutionen dieſer ungeheuren Familie iſt.

Die ganze Länge dieſer Bahn beträgt $18^1/_8$ Lieues (11 deutſche Meilen), das Maximum der Steigung $^1/_{211}$. Es iſt eine Rampe erforderlich geweſen. Die Unterlagen der platten Schienen, welche aus Cedernholz beſtehen, ruhen auf eben ſolchen Querbalken. Die Anlagekoſten haben nur 15 Fr. auf das Meter betragen. Die bewegenden Kräfte

ſind Dampfwagen, die ſich mit einer Geſchwindigkeit von $7^{1}/_{2}$ Lieues in der Stunde bewegen.

Mit dieſer Hauptlinie werden ſich in der Folge mehrere Nebenlinien verbinden.

Man findet in der Ausführung aller der Eiſenbahnen, die ſich in weſtlicher Richtung, als Ergänzung des großen Verbindungsſyſtems der Atlantiſchen Hauptlinie, einen neuen Beweis von dem Satze, daß die Vollendung einer großen Eiſenbahn-Linie, ſtets ſich daran knüpfende, locale Verbeſſerungen nach ſich zieht und auf dieſe Weiſe alle einzelnen Unternehmungen gewiſſermaßen fruchtbar macht, indem man ſie dem National-Vortheil zukehrt. So muß denn überall der Grundſatz feſtgehalten werden, daß ehe man locale und partielle Verbeſſerungen macht, man zuvörderſt alle möglichen Mittel anwenden müſſe, um große, ununterbrochene Linien zu bilden, d. h. ſolche, die, indem ſie Verbindungen zwiſchen entfernten Gegenden herſtellen, dieſelben während allen Jahreszeiten erhalten können und ſich einen ſteten Transport auf allen Punkten ihrer Entwickelung ſichern werden.

Indem die amerikaniſche Union nach dieſen Grundſätzen verfuhr, zeigen ſich jetzt auf der ungeheuren Ausdehnung ihres Gebiets, die rieſenhafteſten und die nützlichſten Denkmähler der neuern Civiliſation.

Wir beſchließen dieſen Theil der Abhandlung über die Amerikaniſchen Eiſenbahnen mit einer ſynoptiſchen Tabelle der wichtigſten Data von allen hierher gehörigen Bahnen, ſo wie mit einer allgemeinen Ueberſicht aller, zur Zeit des Aufenthalts von dem Hrn. Pouſſin, in Nordamerika ausgeführten, oder in der Ausführung begriffenen Eiſenbahnen.

Digitized by Google

Synoptiſche Tabelle der Eiſenbahnen, welche die Atlantiſchen Linien gegen Weſten bilden.

Vollendete Arbeiten.				
Längen.		Anlagekoſten a. d. Met.		Gewicht der Schienen.
Doppelte Bahn.	Einfache Bahn.	Mit Trag=ſteinen.	Mit hölzern. Unterlagen.	
Meter.	Meter.	Fr.	Fr.	Kilogr.
"	69,603	"	69	19,69
41,029	"	106	"	19,55
25,625	"	296,50	"	5,70
"	34,439	"	46	6,87
"	46,308	"	38	6,87
131,320	"	132,24	"	18,70
59,000	"	234	"	19,70
"	10,500	135	"	18,
"	66,000	"	83	16,
37,000	"	108	"	16,
"	44,160	"	63	5,70
132,000	"	"	141	18,
"	218,866	"	32	5,70
"	72,565	"	15	5,75
Meter 425,974	Meter 562,441	Durchſchnittliche Anlagekoſten Doppelbahn, Tragſteine 170,25 Fr. Durchſchnittliche Anlagekoſten, Doppelbahn, auf Holz 141 Fr. Durchſchnittliche Anlagekoſten, einfache Bahn, anf Holz 69 Fr.		
988,415 M.				
In der Ausführung begriffene Arbeiten.				
Meter.	Meter.		Fr.	Kilogr.
"	39,428	"	37,50	6,87
"	44,033	"	34,	5,15
"	35,398	"	80,	16,25
"	65,061	"	77,	19,42
"	31,784	"	126,	18,
367,000	"	"	120,	18,
367,000 M.	215,704 M.	Durchſchnittliche Anlagekoſten, einfache Bahn 71 Fr.		
582,704 M.				

Wir bemerken, daß wir mit Wiſſen und Willen einige ſowohl bereits ausgeführte, als auch in der Ausführung begriffenen Eiſenbahnen, im Innern des Landes und beſonders ſolche unberückſichtigt gelaſſen haben, deren Gegenſtand eine direkte Verbindung zwiſchen den Becken des Miſſiſippi oder des Ohio und der Uferländer iſt. Dieſe Bahnen und ihr Zweck ſind noch zu wenig bekannt, um ſie ſpeziell beſchreiben zu können.

Wir beſchließen nun dieſe Arbeit über die Eiſenbahnen in den Vereinigten Staaten mit einer ſummariſchen Ueberſicht ihrer ganzen Entwickelung, ſo wie ihrer Anlagekoſten auf das laufende Meter.

Demnach beträgt 1) die Tatallänge der doppelten Eiſenbahnen mit Tragſtein . . . . 392,142 Met.
oder 98 Lieues, deren durchſchnittliche Anlagekoſten 166 Fr. betragen. Das Gewicht der Schienen wechſelt von 5,70 bis 19,70 Kilogr. das Meter und beträgt im Durchſchnitt 16,50 Met.

2) Die Totallänge der doppelten Eiſenbahnen mit hölzernen Unterlagen . . . . . . 228,824 Met.
oder $57\frac{1}{8}$ Lieues, deren durchſchnittliche Anlagekoſten 144 Fr. das laufende Meter betragen. Das Gewicht der Schienen wechſelt von 6,87 bis 18 Kil., das mittlere Gewicht beträgt 13,54 Kilogr.

3) Die gange Länge der einfachen Eiſenbahnen mit hölzernen Unterlagen beträgt . . . 798,990 Met.
oder $199\frac{6}{8}$ Lieues, deren durchſchnittliche Anlagekoſten 54 Fr., das Gewicht der Schienen von 5,25 bis 19,69 Kil., das durchſchnittliche 9,12 Kilogr.

4) Die ganze Länge der in der Ausführung begriffenen doppelten Eiſenbahnen mit hölzernen Unterlagen beträgt . . . . 367,000 Met.
oder $91\frac{6}{8}$ Lieues, deren durchſchnittliche

Digitized by Google

Anlagekoſten auf 120 Fr. das Meter veranſchlagt worden iſt. Das Gewicht der Schienen beträgt 18 Kilogr.

5) Die totale Länge der in der Ausführung begriffenen einfachen Eiſenbahnen mit hölzernen Unterlagen, beträgt . . . . . . 546,097 Met. oder 138⁴/₈ Lieues, deren durchſchnittliche Anlagekoſten zu 62 Fr. veranſchlagt worden. Das Gewicht der Schienen wechſelt von 4 bis 20 Kilogr.

Folglich beträgt die Totallänge der ausgeführten Eiſenbahnen . . . . 1,409,956 Met. oder 352²/₈ Lieues.

Die Totallänge der in der Ausführung begriffenen Eiſenbahnen . . . . . . 913,097 Met. oder 228¹/₈ Lieues, ſo daß in ſehr kurzer Zeit in den Vereinigten Staaten 600 Lieues oder 360 deutſchen Meilen Eiſenbahnen vorhanden ſeyn werden.

Anhang III.

Indem wir in dem achten Kapitel des Werks „von den feſtſtehenden Dampfmaſchinen und der Bewegung auf den Bahnrampen“ redeten, hatten wir nicht Gelegenheit, den Nachtheil derſelben gegen andere Mittel, zur Ueberwindung von Terrainſchwierigkeiten, durch Vergleichung darzuthun. Es geſchieht dieß nachträglich unter Benutzung einer, uns erſt ganz neuerlich zugekommenen, eben ſo wichtigen als inteſſanten Schrift: „Bericht über Projekt und Vorarbeiten zu der Anlage einer Eiſenbahn von Elberfeld über Hagen nach Witten.“ von L. Henz, königl. preuß. Waſſer-Baumeiſter. Mit einer Karte (Elberfeld 1836). Die Vergleichung iſt hier

mit beſonderer Berückſichtigung der genannten, jedoch auch mit Hinweiſung auf andere Eiſenbahnen, durchgeführt worden.

Die beiden Thäler der Wupper und der Ruhr, welche durch die Elberfeld-Wittener Eiſenbahn verbunden werden ſollen, gehören einem gemeinſchaftlichen Flußgebiete, dem des Rheines an, in deſſen weiter Thalebene daß der Wupper bei Obladen, daß der Ruhr in der Nähe von Duisburg ausmündet, und zwar in einer Entfernung von etwa 6 Meilen. Der zwiſchen dieſen beiden Flußthälern liegende Landſtrich, welcher größtentheils dem bergiſch-märkiſchen Fabrikdiſtrikt angehört, bildet einen in der Rheinebene ſtumpf auslaufenden Zweig der Gebirge des Süderlandes und Weſterwaldes, welcher durch viele eingeſchnittene Querthäler, wieder in eben ſo viel Seitenäſte vertheilt wird.

Hieraus ergiebt ſich, daß zwar eine Eiſenbahn zwiſchen der Ruhr und der Wupper angelegt werden kann, welche keine zwiſchenliegende Höhe zu überſteigen hat; eine ſolche würde aber für den beabſichtigten Zweck ganz unpaſſend ſeyn, da ſie beide Flüſſe erſt bei ihrem Eintritt in die Rheinebene erfaſſen, und nichts anders als eine Parallelſtraße des Rheines ſeyn würde, welche den Fabrikdiſtrikt kaum berührte, viel weniger durchſchnitte. In der Richtung von den reichern Kohlenfeldern der obern Ruhr nach Elberfeld, dem Mittelpunkt des gewerbreichen bergiſchen Landes, muß aber jeder Weg und jede Eiſenbahn, den erwähnten Gebirgszweig überſteigen. Die Neigungen der Bahn beſtimmen ſich nun im Allgemeinen aus der Lage der zu verbindenden Punkte und des zu überſchreitenden Waſſertheiles, ihrer Entfernungen von einander und ihrer Höhenlage nach.

Wiederholte Meſſungen und Nivellements haben ergeben, daß:

die Ruhrthalſohle in der Nähe von Witten .	258,38 Fuß
der Waſſerſcheider zwiſchen Ruhr und Wupper in der Nähe von Gevelsberg bei Linderhauſen	942,62 Fuß

und

die Thalſohle der Wupper bei Eberfeld, in
der Nähe des Schlachthauſes . . . . . 466,23 Fuß
über dem Spiegel der Nordſee, oder eigentlicher, über dem Nullpunkt des Amſterdamer Pegels liegt. Hieraus ergiebt ſich, daß die Thalſohle der Ruhr bei Witten 207,85 Fuß niedriger liegt, als die der Wupper bei Elberfeld und daß der Scheitelpunkt des Gebirges dazwiſchen 684,24 Fuß über dem Ruhrthale und 476,39 Fuß über dem Wupperthale und den bezeichneten Punkten liegt. In der kürzeſten Richtung gemeſſen, ſind beide Endpunkte der Bahn gleich weit, nämlich zwei Meilen vom Scheitelpunkte entfernt, woraus ſich ſchon im Allgemeinen verſchiedene Neigungen auf beiden Seiten deſſelben ergeben und zwar die ſtärkere nach der Ruhr, die ſchwächere nach der Wupper zu. Angenommen, daß in der angedeuteten Richtung zwiſchen den drei beſtimmenden Haupt-Punkten, keine Hinderniſſe im Wege lägen, welche eine gleichförmige Vertheilung der Gefälle verhinderten, ſo würde nach den angegebenen Maaßen die mittlere Anſteigung von der Ruhr zum Scheitelpunkte in dem Verhältniß von 1 zu 70, und von der Wupper eben dahin in dem Verhältniß von 1 zu 101 ſtehen.

Dieß Ergebniß iſt allerdings ein recht ungünſtiges und zwar um ſo mehr, als gerade die nachtheiligſte Anſteigung in der Richtung liegt, wo die, bei weitem größeren Transporte zu erwarten ſtehen. Die eifrigſten Vertreter des Eiſenbahnverkehrs werden einräumen müſſen, daß von einer Anlage mit ſo ungünſtigen Neigungsverhältniſſen, welche wohl den Namen einer Eiſenbahn führen kann, ohne ihre Wirkungen zu leiſten, Abſtand genommen werden müſſe, weil von derſelben eben ſo wenig eine kräftige Förderung des Gemeinwohls als eine genügende Sicherheit für die aufgewendeten Capitalien zu erwarten ſteht.

Bis hierher ſind indeſſen nur die Verhältniſſe berückſichtigt worden, welche in der kürzeſten Richtung einer Eiſenbahnlinie, zu Gunſten oder zum Nachtheil derſelben, ſtattfinden, ohne Berückſichtigung der Hülfsmittel, welche die

Digitized by Google

Kunſt darbietet, um Terrainſchwierigkeiten, ſofern ſie auf die Neigungsverhältniſſe einer Bahn Einfluß haben, zu überwinden. Dieſe Mittel kennen zu lernen, ihre Wirkſamkeit zu prüfen, und die Anwendbarkeit derſelben in dem vorliegenden Falle zu erörtern, wird daher um ſo dringender nöthig, als ohne dieſelben, wie eben gezeigt worden, an der Ausführung einer, den Anforderungen entſprechenden Bahn, kaum zu denken iſt. Dieſe Rückſicht wird es dann auch entſchuldigen, wenn dieſer Gegenſtand hier ausführlicher behandelt wird, als die Grenzen eines Berichts es zu geſtatten ſcheinen.

Die eben erwähnten Mittel zur Verbeſſerung oder Ueberwindung zu ſtarker Neigungen des Terrains, auf welchem eine Eiſenbahn angelegt werden ſoll, laſſen ſich in vier Klaſſen bringen, und dieſe ſind:

1) Ausgleichung der Unebenheiten des Bodens, durch Einſchnitte in den zu hochliegenden und Anſchüttungen auf den zu niedrig liegenden Strecken.
2) Anlage von unterirdiſchen Bahnſtrecken oder Tunnels.
3) Verlängerung des Bahnenzuges.
4) Anlage von ſtark geneigten Bahnſtrecken, auf welchen die Anſteigungen concentrirt und die Laſten an Seilen, vermittelſt ſtehender Dampfmaſchinen aufgezogen oder niedergelaſſen werden.

Bevor die ſpecielle Anwendung dieſer Mittel zur Erzielung günſtiger Neigungen der Ruhrbahn nachgewieſen werden kann, ſcheint es nöthig, einige Bemerkungen über die Wirkſamkeit derſelben im Allgemeinen vorauszuſchicken.

1. Ausgleichung der Unebenheiten.

Abgeſehen von Anſteigungen, welche, durch die gegenſeitige Höhenlage der beſtimmenden Punkte bedingt, den allgemeinen Neigungsverhältniſſen einer Eiſenbahn zum Grunde liegen, bildet in den allermeiſten Fällen die Oberfläche des Bodens, über welchen ſie geführt werden muß, eine ununterbrochene Reihe von Anhöhen und Vertiefungen untergeord-

Digitized by Google

neten Ranges, und dieſe ſchaden dem Effecte einer Bahn, welche allen dieſen Bewegungen des Terrains folgt, ganz außerordentlich, weil die Laſt oft und nutzlos gehoben werden muß und daher eine größere Zugkraft erfordert. Dergleichen Unebenheiten werden durch Einſchnitte in den Erhöhungen und Aufſchüttungen auf den Vertiefungen am wirkſamſten ausgeglichen, und der vollkommenſte Erfolg der Anwendung dieſes Mittels iſt, wenn in einer Bahn keine andern Steigungen übrig bleiben, als durch die verſchiedenen Höhenlagen der beſtimmenden Hauptpunkte bedingt werden, oder, was daſſelbe iſt, daß keine verlorne Steigung in der Bahn vorkömmt.

Es giebt nur zwei Umſtände, welche von einer unbeſchränkten Durchführung dieſes Ausgleichungsſyſtems Abſtand zu nehmen, dringende Veranlaſſung geben können, und dieſe ſind:

Steigerung der erſten Anlagekoſten und Verlängerung des Zeitraums der Ausführung.

Was den erſten Punkt betrifft, ſo muß die Entſcheidung ganz nach den weiter oben angedeuteten Grundſätzen, und auf die Größe der Transportmaſſe begründet, geſucht werden; betreffend den größern Zeitaufwand, welchen ausgedehntere Planierarbeiten erfordern, kommen die Zinſen des Anlage-Capitals während der Bauzeit in Betracht, und auch hier muß das Ergebniß der Unterſuchung den Ausſchlag geben, ob die damit erzielte Vervollkommnung der Bahn ſich auf ein ſo großes Förderquantum vertheilt, daß der Verluſt dadurch reichlich aufgewogen wird.

2. Unterirdiſche Bahnſtrecken,

welche ſchon längſt beim Canal- und Straßenbau zweckmäßige Anwendung da gefunden haben, wo die Natur der Durchführung dieſer Anlage unüberwindliche Schwierigkeiten in den Weg gelegt zu haben ſchien, ſind in neuerer Zeit und in ganz ähnlicher Art beim Bau der Eiſenbahnen benutzt wor-

Digitized by Google

den, und bilden dieſelben oft das einzige Auskunftsmittel, um das Ziel zu erreichen.

Eine Hauptbedingung bei der Anlage unterirdiſcher Strecken iſt: daß der zu durchbrechende Bergrücken ſich frei erhebt, und das Terrain auf beiden Seiten deſſelben keine bedeutend größere Höhendifferenzen darbietet, als mit den allgemeinen Neigungsverhältniſſen der Bahn verträglich iſt. Dieſe Bedingung erledigt ſich in der Regel da weniger vollſtändig, wo eigentliche Waſſerſcheider durchbrochen werden ſollen, als bei einem Durchgange einzelner Verzweigungen eines Gebirges oder ſcharf vortretender Köpfe an den Wänden der Flußthäler. Im erſten Falle müſſen gewöhnlich vor und hinter dem Tunnel ausgedehnte Strecken tief eingeſchnitten werden, ſelbſt wenn die, faſt immer zu ſtark anſteigenden Seitenſchluchten, zur Führung der Bahn angehalten ſind. Durch die Abſenkung eines Thales werden aber alle Waſſer welche dem Gebiete deſſelben angehören, auf dem tiefſten Punkte in gleicher Ebene mit der Bahn gelöſet und kann daſſelbe nur durch Einſchnitte neben derſelben abgeführt werden. Das vortheilhafteſte Verhältniß bei Durchbrechung eines Waſſerſcheiders iſt unſtreitig, wenn bei Erſteigung deſſelben, auf beiden Seiten Querthäler benutzt werden können, deren Urſprünge nicht auf einander zu treffen, ſondern ſeitwärts über einander hinausreichen, ſo daß vermittelſt eines unterirdiſchen Querſchlages, an ſolchen Stellen mit der Bahn aus einem Thale in das andere, nach entgegengeſetzter Richtung abfallende, zu gelangen iſt, wo dieſelben noch ausreichende Breite zur Anlage weiter Bögen und ein ſo mäßiges Gefälle beſitzen, welches lange und tiefe Einſchnitte vor den Eingängen der unterirdiſchen Strecke entbehrlich macht.

Bei dem Entwurf einer unterirdiſchen Strecke kömmt es zunächſt und ganz beſonders auf die Erkennung der Bodensart und die Lagerung der Schichten in dem zu durchbrechenden Rücken an, erſteres, um die Conſtruktionsart feſtzuſtellen, letzteres um beurtheilen zu können welchen Bezirken durch die niedrigere Löſung das Waſſer entzogen wird und

Digitized by Google

bis zu welcher Tiefe. Das günſtigſte Verhältniß bei Anlage einer unterirdiſchen Strecke iſt ohne Zweifel, wenn dieſelbe durch ganz feſtes Geſtein geführt werden kann, welches bei der erforderlichen Breite der Ausbrechung ohne Unterwölbung ſteht, daher keine andern Arbeiten und Koſten verurſacht, als die des Stollenbetriebes. Ein minder feſtes und klüftiges Geſtein, bei welchem die Ablöſung einzelner Maſſen befürchtet werden muß, beſonders wenn es hoch geſchichtet erſcheint, erfordert theilweiſe Ausmauerung, wodurch dieſe Anlagen ſehr vertheuert werden. Schwieriger wird der Bau ſchon, wenn der zu durchſtechende Grund aus Lehm oder Erde beſteht, welcher bei der bedeutenden Breite der Aushöhlung, Fuß vor Fuß nach allen Richtungen hinabgeſtreift werden muß, wodurch das Weiterdringen, die Förderung des Materials, beſonders aber die Ausmauerung und Ueberwölbung auf das Aeußerſte beläſtigt werden. Nur durch einen großen Koſtenaufwand für Verſtärkung des Mauerwerks, iſt der Mangel an einigem Zuſammenhange deſſelben, welcher eine nothwendige Folge der vereinzelten Ausführung des Werkes iſt, zu erſetzen. Am allerungünſtigſten oft vielleicht unausführbar, jedenfalls mit unglaublich hohen Anlagekoſten verbunden, erſcheint die Ausführung einer unterirdiſchen Strecke durch eine, aus Sandſchichten beſtehende Anhöhe. Hier häufen ſich die Schwierigkeiten der Ausführung in einem ſolchen Maaße, und die Gefahr einer Verſchüttung der Arbeiter (wie noch neulich in einem Tunnel der London-Birmingham-Eiſenbahn) oder eines Tagebruches liegt ſo nahe, daß nur die äußerſte Nothwendigkeit einen ſolchen Verſuch rechtfertigen kann.

3. Verlängerung der Bahnlinie.

Dieſes bei dem Bau der Landſtraße im Gebirge häufig angewendete Mittel zur Ermäßigung der natürlichen Anſteigung zwiſchen zwei gegebenen Punkten von ſehr verſchiedener Höhenlage, verfehlt niemals ſeinen Zweck und nur außer-

ordentliche Terrainſchwierigkeiten können in manchen Fällen die Anwendung deſſelben verhindern. So lange es ſich nur um eine mehr ins Allgemeine gehende Verlängerung einer Linie handelt, findet dieſes Mittel eben ſo wohl bei Eiſenbahnen als bei Landſtraßen eine ausgedehnte Anwendung; ſoll aber daſſelbe bei einzelnen zu ſtark anſteigenden Strecken aushelfen, dann unterliegt es großen Einſchränkungen bei der Anwendung auf Eiſenbahnen, wo ſolche Krümmungen, welche bei Landſtraßen noch ſehr günſtig genannt werden können, den Effect außerordentlich ſchwächen, und die Schnellbeförderung gefährlich machen würden. Dergleichen Bahnverlängerungen werden daher nur zuläßig, wenn ſie auf einem ſo ausgebreiteten Terrain vorgenommen werden können, welches die Entwickelung der Linie in ſo weiten Bögen geſtattet, daß durch ihren Einfluß keine der beiden angedeuteten nachtheiligen Wirkungen hervorgebracht oder doch ſo unbedeutend werden, daß ſie nicht weiter in Betracht kommen. Je größer die Ausdehnung der Bahn zwiſchen zwei Punkten in Vergleich mit der ſie verbindenden geraden Linie werden muß, deſto mehr und ſtärkere Krümmungen erhält dieſelbe auch, womit, außer den ſo eben bewirkten Nachtheilen, auch noch einige andere herbeigeführt werden. In den Krümmungen leidet eine Eiſenbahn erfahrnngsmäßig mehr als auf geraden Strecken, und aus dieſem Grunde müſſen die Schienen und die ganze Conſtruction ſtärker angeordnet werden, während die Unterhaltung dieſer Strecken nicht minder koſtſpielig wird. Auch die Verlegung des Geſtänges in den Krümmungen, iſt viel ſchwieriger, als auf geraden Linien, wodurch die Anlagekoſten merklich erhöhet werden. Die Mittel, welche gewöhnlich zur Vermeidung des nachtheiligen Einfluſſes der Krümmungen auf den Effect und die Sicherheit des Eiſenbahntransports angewendet werden, ſind in erſterer Beziehung eine koniſche Form der Radfelgen, wodurch die Seitenreibung beinahe ganz, die auf der Oberfläche aber größtentheils vermieden wird, in anderer, die Höhenlagerung des äußeren Schienenſtranges, wodurch der Centrifugalkraft,

Digitized by Google

des ſich im Bogen ſchwingenden Wagenzuges, das Gleichgewicht gehalten wird [1]).

4. Stehende Dampfmaſchine.

Wenn der größte Theil des Gefälles einer Eiſenbahn, oder einer Ableitung derſelben, auf einer ſehr kurzen Strecke concentrirt erſcheint, eine Verlängerung der Bahn nicht mit vortheilhaften Neigungen oder angemeſſenen Krümmungen bewirkt werden kann, ſo bleibt die Anlage der ſtehenden Dampfmaſchinen, vermittelſt welcher die Laſten an Seilen über ſtark geneigte Bahnſtrecken aufgezogen oder niedergelaſſen werden, das letzte Mittel, um eine Eiſenbahn durch ein ſo geſtaltetes Terrain zu führen. Dergleichen Anlagen ſind nicht ſelten in Anwendung gebracht worden, und fehlt es daher nicht an Erfahrungen in Bezug auf die Bedingungen von welchen ihre Anordnung abhängig iſt.

In Betreff der Längen- und Neigungsverhältniſſe, giebt die folgende Ueberſicht einiger der neueren bedeutenſten ſchiefen Ebenen den nöthigen Aufſchluß.

Nro.	Namen der Eiſenbahnen.	Länge in engl. Fuß.	Neigungs-Verhältniß.	Bemerkungen.
1	Liverpool-Mancheſter (großer Tunnel) . .	5910	$^1/_{48}$	für den Gütertransport.
2	dto dto (kleiner Tunnel)	6030	$^1/_{90}$	Perſonentransport.
3	Canterbury-Whitſtaple .	11000	$^1/_{46}$	Kohlentransport.
4	Bolton-Leigh	4158	$^1/_{36}$	Zweigbahn.
5	Edinburgh-Dalkeith . .	3300	$^1/_{25}$	Zweigbahn.
6	St. Helens-Runcorn . .	1200	$^1/_{30}$	Zweigbahn für Güter und einige wenige Perſonen.
7	Charlestown-Hamburg .	3800	$^1/_{20}$	in Nordamerika.
8	Mohawk-Hudſon . . .	2046	$^1/_{18}$	in Nordamerika.
9	Alleghany-Portage . . .	1500	$^1/_{15}$	in Nordamerika.

---

1) Wenn R der Krümmungshalbmeſſer, w die Spurbreite der Bahn, c die Geſchwindigkeit des Transportes, $g = 15^5/_8$ Fuß bezeichnet, ſo iſt das Maaß, um welchen der äußere Schienenſtrang höher liegen muß als der innere, damit Gleichgewicht mit der Centrifugalkraft entſteht, $h = \frac{c^2}{2g}\frac{w}{R}$.

Es ergiebt ſich aus dieſen Beiſpielen im Allgemeinen, daß die Neigungen der ſchiefen Ebenen mit den Längen derſelben im umgekehrten Verhältniß ſtehen, namentlich bei den Bahnen, welche mit zum Perſonen-Verkehr beſtimmt ſind. Die ſchiefen Ebenen werden jetzt gewöhnlich doppelgeleiſig eingerichtet, und auf derſelben mittelſt eines Seiles ohne Ende gefördert, ſo daß die eine Bahn für die aufwärts gehenden, die andere für die niedergehenden Laſten ausſchließlich beſtimmt iſt. Hochdruckmaſchinen, welche kein, auf der Scheitel der Bahn gewöhnlich ſeltenes, Condenſationswaſſer gebrauchen, dienen jetzt vorzugsweiſe zur Erzeugung der bewegenden Kraft. Ob bereits Drathſeile angewendet worden ſind, iſt nicht bekannt geworden, da ſie aber beim Grubenbau günſtige Reſultate gegeben haben, ſo ſcheinen ſie auch auf ſchiefen Ebenen mit Nutzen eingeführt werden zn können.

Wenn nun einerſeits durch Anordnung ſchiefer Ebenen, durch ſtehende Dampfmaſchinen bedient, alle Terrainſchwierigkeiten, ſofern ſie aus zu ſtarker Neigung entſpringen, überwunden werden können, ſo iſt auf der andern Seite dieſe Förderuugsart als ſehr mangelhaft zu betrachten, und das Syſtem, bei deſſen Annahme ohne ſonderliche Mühe eine Bahn überall durchgeführt werden kann, als ein, den jetzigen Anforderungen des Verkehrs nicht mehr entſprechender Nothbehelf zu bezeichnen, namentlich wenn die Eiſenbahn zum Perſonen-Transport dienen und mit Locomotiven auf derſelben gefördert werden ſoll.

Als die Eiſenbahnen nur zum Güter-, vorzugsweiſe zum Kohlentransport, dienten, wobei eben ſo wenig eine große Geſchwindigkeit der Beförderung als eine abſolute Sicherheit erforderlich war, bildeten die dabei häufig in Anwendung gebrachten ſchiefen Ebenen kein großes Hinderniß, vielmehr trugen ſie dazu bei, die erſten Anlagekoſten der Bahn zu ermäßigen und große Terrainſchwierigkeiten zu überwinden. Die erſte Eiſenbahn, auf welcher ſich ein bedeutender Perſonen-Verkehr geſtaltete, war die Stocton-Darlingtoner; die beiden ſtehenden Dampfmaſchinen dieſer Bahn befinden

ſich aber am obern Ende derſelben in der Nähe der Kohlen-gruben, und werden nicht zur Perſonen-Beförderung benutzt, welche ſich auf die untere Strecke zwiſchen Stocton und Darlington beſchränkt. Am Ende der Liverpool-Mancheſter-Eiſenbahn wird mittelſt ſtehender Maſchinen auf zwei ſchie-ſen Ebenen gefördert, davon die mit $^1/_{48}$ geneigte nur zum Güter-, die andere mit $^1/_{90}$ anſteigende zum Perſonenverkehr dient. Beide liegen aber unterirdiſch; die Förderung mit Locomotiven wurde auf Strecken von circa 6000 Fuß lang für unzuläſſig gehalten, und durch die betreffenden Parla-mentsacte unterſagt, ſonſt würde die Neigung von $^1/_{90}$ kein Hinderniß geweſen ſeyn, da die Sutten-Ebene derſelben Bahn, auf welcher mit Locomotiven gefördert wird, im Ver-hältniß von $^1/_{89}$ anſteigt. Sonſt findet ſich keine Haupt-Bahn in England, auf welcher Perſonen mit ſtehenden Dampfmaſchinen befördert werden, und nur auf den Zweig-bahnen, welche in der Tabelle benannt ſind, finden ſich ſchiefe Ebenen von 100, höchſtens 350 Ruthen Länge, auf welchen außer den Gütern auch Perſonen, aber in ſehr geringer Zahl und ſehr langſam befördert werden. Auf allen übrigen im Bau begriffenen oder projectirten Eiſenbahnen Englands, und ſelbſt Nordamerikas, ſind die ſtehenden Dampfmaſchinen ſorgfältig vermieden, und durch Tunnels, Brückenleitungen und andere koſtſpielige Anlagen entbehrlich gemacht worden. Die Direktion der Columbia-Eiſenbahn iſt ſo weit gegangen, in Vorſchlag zu bringen, eine 15 engliſche Meilen lange Eiſenbahnſtrecke ganz neu zu bauen, und gleichzeitig die Bahn um $1^1/_2$ Meilen zu verlängern, nur um eine beſtehende ſchiefe Ebene zu umgehen und eine frei Anſteigung $^1/_{210}$ zu erlangen. Aehnliche Vorſchläge ſind bei der Baltimore-Ohio-Bahn gemacht worden und zur Vermeidung einer Fahrt über die beiden ſchiefen Ebenen der Albany-Schenectady-Bahn wird der Bau einer beſondern Bahn nach letzterem Orte be-abſichtigt. Forſcht man nach den Gründen, welche die An-wendung der ſtehenden Maſchinen auf ſchiefen Ebenen ſo ängſtlich vermeiden laſſen, und weßhalb ein ſo großer Werth

darauf gelegt wird, ihrer bei der neuen und größeren Anlagen nicht zu bedürfen, ſo ergiebt ſich bald, daß:

A. Steigerung der Förderkoſten,

B. Verzögerung der Fahrt und

C. Mangel an Sicherheit

von dieſer Betriebsart unzertrennlich ſind; Gründe genug um von ihrer Anwendung abzurathen. Um die Größe und den Einfluß der oben angedeuteten Verhältniſſe im Allgemeinen beurtheilen zu können, wird eine Beleuchtung derſelben ausreichen, da eine erſchöpfende Kritik weit über die Grenzen dieſes Berichts hinausreichen dürfte.

A. Steigerung der Förderkoſten.

Die Unterhaltung der Maſchinen, Keſſel und Gebäude, beſonders aber der Seile und der Rollen, auf welchen dieſe laufen, das Brennmaterial zur Dampferzeugung und die Bedienung der Maſchine und Wagenzüge erfordern ſehr bedeutende Ausgaben, welche indeſſen ziemlich conſtant ſind, und nicht in dem Verhältniß des Verkehrs anwachſen.

Dieſe Koſten müſſen aber nichts deſto weniger von den Transportmaſſen getragen werden, und in ſo fern wirken dieſe Anlagen allerdings auf Vermehrung der Förderkoſten. Für den Gebrauch der ſchiefen Ebenen wird daher auf den Eiſenbahnen eine beſondere Abgabe erhoben, welche, auf preußiſches Gewicht und Geld reducirt, z. B. auf der Stocton-Darlington- und der Edinburgh-Dalkeith-Bahn 6 Pfenninge, und auf der Bolton-Leigh-Bahn, aufſteigend 8, niedergehend 3, im Mittel 5½ Pfenning für den Zentner beträgt. Eine ſo bedeutende Abgabe von einer großen Transportmaſſe erhoben, würde aber gewiß in den meiſten Fällen, kapitaliſirt, die Anlage einer weit vorzüglicheren Bahn ohne dergleichen Maſchinen geſtattet haben.

B. Verzögerung der Fahrt.

Die Natur der Sache bringt es mit ſich, daß auf ſchiefen Ebenen nur mit geringer Geſchwindigkeit gefördert wer-

den kann, und auf einer der beſten, der St. Helens Runcorn werden Güter mit 10 Fuß, Paſſagiere nur mit 5 Fuß Geſchwindigkeit in der Secunde befördert.

Um eine z. B. 500 Ruthen lange ſchiefe Ebene zu paſſiren, iſt demnach ein Zeitraum erforderlich, von 20 Minut.

Die Zeit zur Umwechſelung der Pferde mit der Maſchinenbeſpannung, Signaliſirung, beträgt gewöhnlich	4 „
Desgleichen bei der Umwechſelung nach Erſteigung der Ebene	3 „
Zuſammen	27 Minut.,

was etwa 4 Fuß in der Sekunde giebt

Gegen die Pferdeförderung im Schritt wird daher noch ein kleiner Zeitraum erſpart, eine Locomotive würde aber in der Zeit den dreifachen Weg zurückgelegt haben, abgeſehen davon, daß durch die, ſchon lange vor Erreichung der ſchiefen Ebene nothwendig werdende Abnahme der Geſchwindigkeit ein Zeitverluſt entſteht.

Bis jetzt wird auf den ſchiefen Ebenen der Liverpooler-Bahn gleichzeitig keine größere Laſt als von 500 Zentner Brutto gehoben, wobei doch das Seil noch häufig zerreißt; ſobald daher der Zug mehr, als dieſes Gewicht hat, wird er ſchon in zwei Abtheilungen gebracht, welche abgeſondert befördert werden. Ein ſolcher Zug gebraucht alſo die doppelte Zeit, was etwa 2 Fuß Geſchwindigkeit pr. Secunde, für die ganze Beförderung giebt, alſo ſchon bedeutend weniger, als die des Pferdes im Schritte.

Der wichtigſte Einwurf gegen ſtehende Dampfmaſchinen auf Eiſenbahnen zum allgemeinen Verkehr iſt aber

C. der Mangel an Sicherheit.

Den Verkehr im Allgemeinen betreffend, ſieht man leicht, daß derſelbe auf der ganzen Bahn unterbrochen wird, wenn ein Theil der Maſchine, oder des ſehr complicirten Zubehörs, defect wird, ein Fall, der beim ausſchließlichen Dampfwa-

gen- oder Pferdebetrieb nicht vorkommen kann, weil durch bereit ſtehende Reſerve-Maſchinen oder Pferde jede Stockung verhindert oder ſofort beſeitigt werden kann.

Das Zerreißen des Zugſeiles, an welchem die Laſten aufgezogen oder niedergelaſſen werden, iſt der am häufigſten vorkommende, wie der verderblichſte Fall auf ſchiefer Ebene. Die, im Jahre 1834 auf der Columbia-Philadelphia- und der Alleghany-Portage-, in dieſem Jahre auf der St. Etienne-Bahn, durch das Zerreißen der Zugſeile herbeigeführten Unfälle, zeigen nicht weniger, als die, von dem Dr. Lardner in der Evidences zum Great-Weſtern-Railway, angegebene Thatſache, wie das Seil der großen Liverpooler, mit $^1/_{48}$ geneigten ſchiefen Ebene, öfters, ja in einer Woche zweimal geriſſen iſt, und die herablaufenden Wagen ganz zerſchellt worden ſind, (been all smashed to pieces) was man bei einem ſolchen Vorkommen zu erwarten hat. Und demnach iſt es äußerſt ſchwierig, bei ſo langen Seilen eine ſchwach gewordene Stelle aufzufinden, und faſt unmöglich zu beurtheilen, wenn es Zeit iſt, ein Seil, welches bis zum letzten Augenblicke ſeines Gebrauches die vollkommenſte Sicherheit gewähren muß, mit einem neuen zu vertauſchen. Zerreißt das Seil beim Aufgange der Laſt, ſo kommt der Zug einen Augenblick zum Stillſtande, und rollt dann mit Beſchleunigung zurück. Bei genauer Beobachtung und Geiſtesgegenwart des Führers, kann, wenn die ſchiefe Ebene nicht zu lang oder zu ſtark geneigt iſt, durch Bremſung oder andere Hülfsmittel die Gefahr abgewendet werden; beim Niedergange aber, wo der Zug ſchon eine gewiſſe Geſchwindigkeit in der Richtung des Falles hat, bleiben alle Hülfsmittel gänzlich erfolglos, ſo viel Vorſchläge auch ſchon gemacht worden ſind, um unter ſolchen Umſtänden das Wachſen der Geſchwindigkeit zu verhindern.

Mit dem Zerreißen des Seiles gleich gefährlich iſt der Bruch, oder die Auflöſung eines Verbindungsgliedes der den Zug bildenden Wagen, unter ſich, oder mit dem Seile. Das plötzliche Zerbrechen eines Theiles der Maſchine oder ihrer

Verbindung mit dem Seile, iſt in ſo fern weniger gefähr-lich, als in einem ſolchen Falle, wenn die große Bremſe an der Maſchine in Thätigkeit geſetzt wird, der Zug zum Stillſtand gebracht, oder doch die Beſchleunigung deſſelben aufgehoben werden kann. Bei der größten Vorſicht in der Anwendung und der Beaufſichtigung, iſt immer noch das allergenaueſte Zuſammentreffen der Wirkſamkeit verſchiedener oft ſehr weit von einander entfernten Perſonen unbedingt er-forderlich, um Sicherheit zu verbürgen, während durch eine Unachtſamkeit, einen Irrthum oder eine Verwechslung der Signale das Leben und die Geſundheit vieler Menſchen aufs Spiel geſetzt wird.

Nachdem nun die verſchiedenen Mittel, welche zur Ver-beſſerung oder Ueberwindung zu ſtarker Neigungen in der Richtung einer Eiſenbahn in Anwendung gebracht zu wer-den pflegen, kann zur nähern Betrachtung der Neigungs-Verhältniſſe der projectirten Ruhrbahn übergegangen und dabei nachgewieſen werden, in wiefern und welchen Einfluß dieſe Hülfsmittel auf die Verhältniſſe derſelben auszuüben vermögen.

Faßt man zunächſt das Verhältniß der Anſteigung bei-der, von der Wupper und der Ruhr ausgehenden, in dem gemeinſchaftlichen Scheitelpuncte ſich vereinigenden Strecken ins Auge, ſo ergiebt ſich, daß die Neigung nach der Ruhr ungleich ſtärker iſt, als die nach der Wupper, und daß eine Verbeſſerung der Gefälle in erſtgedachter Richtung um ſo nothwendiger iſt, als hier die ſämmtlichen Laſten gegen den natürlichen Abhang transportirt werden müſſen. Indeſſen kommen alle Verbeſſerungen der Linie, durch welche die Ueberſteigung des Scheitelpunktes erleichtert wird, beiden Strecken der Bahn zu Statten und verdienen dieſe daher die nächſte Berückſichtigung. Der Waſſerſcheider zwiſchen Ruhr und Wupper erhebt ſich in der Nähe des Scheitel-punktes ſo ſchroff, daß an eine Ueberſchreitung deſſelben in gewöhnlicher Art gar nicht zu denken iſt, da die Neigung, ſelbſt durch einen ſehr tiefen Einſchnitt, kaum merklich ver-

beſſert werden kann, und eine Verlängerung der Bahn, des beſchränkten Lokals wegen, unausführbar iſt. Es bleibt daher, nur die Wahl zwiſchen der Anlage von zwei ſchiefen Ebenen, über welche vermittelſt einer, auf dem Scheitel ſtehenden Dampfmaſchine gefördert wird, und der Anordnung einer unterirdiſchen Strecke übrig, welche durch den Waſſerſcheider gebrochen wird.

Bei der Anwendung des einen wie des andern Mittels kömmt es darauf an, einen ſolchen Scheitelpunkt im Waſſerſcheider aufzufinden, welcher die ſchmalſte Baſis hat; in Bezug auf die ſtehende Dampfmaſchine, um keine zu lange ſchiefe Ebenen zu erhalten und mit einer Maſchine auf beiden Seiten des Scheitels fördern zu können; in Bezug auf die unterirdiſche Strecke, um ſie möglichſt kurz zu erhalten. Durch eine ſorgfältige Erforſchung der Terrainverhältniſſe iſt es gelungen, einen dieſen Bedingungen entſprechenden Uebergangspunkt aufzufinden; derſelbe liegt auf dem Linderhauſer-Bergrücken, welcher ſich nördlich nach dem, dem Ruhrgebiete angehörenden Kronenthale, ſüdlich in das Schwelmethal abdacht, eine ſo ſchmale Scheitelſtrecke darbietet, daß der Wechſel des Steigens und Fallens auf einen Punkt reducirt erſcheint, und ſich mehr als 250 Fuß hoch über eine, noch nicht 400 Ruthen lange Baſis erhebt. Dieſer Punkt iſt, da die Bahn von der Wupper durch das Schwelmethal, und von der Ruhr durch das Thal der Ennepe und des Kronenbaches bis zum des gedachten Linderhauſer Bergrückens geführt werden kann, offenbar der geeignetſte zum Uebergange der Bahn, und ſo bleibt nur noch die Frage zu beantworten, ob derſelbe vermittelſt einer ſtehenden Dampfmaſchine oder einer unterirdiſchen Strecke am vortheilhafteſten zu überſteigen iſt.

Nach dem, was in dieſem Kapitel über den Werth der ſtehenden Dampfmaſchine für Eiſenbahnen zum allgemeinen Verkehr angedeutet worden iſt, wird man dieſelben nur im äußerſten Nothfall, und wenn kein anderes Mittel zur Durchführung vorhanden iſt, in Anwendung bringen. Dieſer äuſ-

Digitized by Google

ſerſte Fall tritt aber hier nicht ein, da die Möglichkeit der Anlage einer unterirdiſchen Strecke vorliegt, für welche man ſich im Allgemeinen, ſofern von einer größern Vollkommenheit der Bahn die Rede iſt, immer entſcheiden wird. Die erſten Anlagekoſten werden bei dieſer Anordnung allerdings größer als bei der einer ſtehenden Dampfmaſchine, wogegen ſich die Unterhaltungs, und Förderungskoſten viel höher ſtellen. Um das Urtheil über dieſen Punkt begründen zu können, wird eine überſchlägliche Vergleichung dieſer Anlage und Betriebskoſten nöthig, welche hier verſucht werden ſoll.

Angenommen die unterirdiſche Strecke würde 350 Ruthen lang, ſo wird die Anlage derſelben etwa koſten (ohne Geſtänge) . . . . 60,000 Thlr.

Die Anlage der ſtehenden Maſchine mit allem Zubehör Seilen und Rollen u. ſ. w. würde koſten . . . . 30,000 Thlr.

Da die Bahn auf den ſchiefen Ebenen doppelt angelegt werden muß, ſo kommen für 350 Ruthen Länge wenigſtens in Anſchlag 10,000 Thlr.

Koſten der ſchiefen Ebenen und Maſchinen 40,000 Thlr.

Die unterirdiſche Strecke würde alſo 20,000 Thaler in der erſten Anlage mehr koſten, als die ſchiefen Ebenen, wodurch eine jährliche Mehrausgabe für Zinſen bedingt wird, von . 1,000 Thlr.

Dagegen müſſen nun alle Laſten über 250 Fuß höher gehoben werden, und rechnet man die Koſten der dazu erforderlichen Kraft nach Abzug der Förderkoſten durch den Tunnel nur ſehr gering, zu 3 Pfennige für den Centner, ſo belaufen ſich dieſelben ſchon bei einer Fördermaſſe von 1 Million Centner jährlich auf . . 8,333 Thlr.

und es würde durch den Tunnel eine jährliche Erſparung von . . . . 7,333 Thlr.

bewirkt.

Digitized by Google

Demnach ſteht im vorliegenden Falle die Anwendung der ſtehenden Maſchine, auch in ökonomiſcher Beziehung, der einer unterirdiſchen Strecke weit nach, und ſo vereinigen ſich alle Umſtände, der letzteren Einrichtung einen entſchiedenen Vorzug zu geben, weshalb dann auch der Plan unter Annahme derſelben weiter bearbeitet worden iſt. Nach dem ſpeciellen Projekte enthält der Tunnel nur eine Länge von 320 Ruthen und wird durch denſelben die Ueberſteigung einer Höhe von 254,23 Fuß erſpart, ſo daß für die Ruhrſtrecke noch 430, für die Wupperſtrecke 222,16 Fuß zu erſteigen übrig bleiben.

So viel nun hiermit auch gewonnen iſt, ſo ſieht man doch, daß die Anſteigung von der Ruhr faſt noch doppelt ſo ſtark iſt, als von der Wupper, und dieſe Strecke. Daher noch wichtiger Verbeſſerungen bedarf, um gleich günſtige Neigungsverhältniſſe darzubieten.

Daß eine Verminderung der zu überſchreitenden Höhe nicht weiter möglich iſt, fällt in die Augen, und ſo muß man ſich darauf beſchränken, die relative Anſteigung zu vermindern, was aber nicht anders, als durch eine Verlängerung der Bahnlinie geſchehen kann. Die aus dem obern Ruhrthale ſich ſteil erhebenden Bergabhänge und die darin eingeſchnittenen langen und ſtark abfallenden Seitenthäler, welche einer Ausbreitung der Linie völlig widerſtreben, würden aber auch die Anwendung dieſes Mittels unausführbar machen, wenn nicht das bei Herdecke ausmündende Thal der vereinigten Ennepe und Volme, welches in dem Verhältniß von 1 zu 200 anſteigt, eine Gelegenheit dazu verſchaffte. Um dieſes einzige, zur Aufnahme der Bahn geeignete Seitenthal zu erreichen, muß dieſelbe zunächſt im Ruhrthale aufwärts geführt werden, was bei dem günſtigen Gefälle deſſelben von $^1/_{1000}$ ohne Schwierigkeiten iſt, während der Umweg, welchen ſie dieſerhalb zu machen gezwungen wird, abgeſehen von den andern früher erwähnten Vortheilen, welche dieſe Richtung gewährt, gerade die Verlängerung bildet, welche der Bahn zur Erlangung günſtiger Steigung durch-

Digitized by Google

aus unentbehrlich iſt. Deſſenungeachtet kann das Gefälle nicht ganz gleichmäßig vertheilt werden, weil das Ruhrthal eine viel geringere Anſteigung beſitzt als das der Ennepe, und dieſes wieder weit weniger fällt als das Kronenthal, welches zur nördlichen Mündung der unterirdiſchen Strecke führt.

Dieſes natürliche Steigungsverhältniß der Seiten= zu den Hauptthälern, läßt ſich durch die Kunſt nicht ändern, es muß daher der Charakter des Terrains, inſofern auf den der Bahn übergehen, daß die dem Scheitelpunkte näher liegenden Strecken eine ſtärkere Steigung erhalten, als die entfernteren. Nur mit bedeutenden Beſchränkungen bleibt einiger Spielraum zur Ausgleichung der günſtigen mit den ungünſtigen Anſteigungen übrig, und derſelbe hat in dem vorliegenden Falle um ſo eifriger benutzt werden müſſen, da das Kronenthal, welches in das der Ennepe mündet, in dem Verhältniß von 1 zu 55 anſteigt, mithin viel zu ſtark für eine Eiſenbahn. Um derſelben auch hier das angenommene Maximum der Anſteigung von $^1/_{100}$ geben zu können, iſt ein Theil des günſtigeren Gefälles im Ennepethal aufgeopfert worden, indem die Linie in einer angemeſſenen Höhenlage am Thalabhange ſolchergeſtalt entlang geführt iſt, daß ſie eine geringere Neigung als das Kronenthal, und eine ſtärkere als das Ennepethal erhält, die Sohle deſſelben aber erſt in der Nähe vom Hauſe Vogelſang erreicht.

Auch auf dem der Wupper zugekehrten Abhange erhält die, dem Scheitelpunkt zunächſt liegende, Bahnſtrecke das ſtärkſte Gefälle von $^1/_{102}$, welches aber dem obern Schwelmethale, in welchem ſie liegt, eigenthümlich iſt und nicht auf Koſten der weiter unten liegenden günſtigeren Gefälle erkauft wird. Im Wupperthale ergeben ſich um ſo vortheilhaftere Steigungen, als die Bahn daſelbſt nicht in gleichem Verhältniß mit der Sohle fällt. Dieſelbe muß nämlich bei Elberfeld in einer ſolchen Höhe gehalten werden, daß ihre Fortſetzung nicht durch das engbebauete Island gänzlich verhindert, oder durch den Wegbruch vieler Häuſer und Anlagen ausgedehnter Uferbauwerke übermäßig vertheuert, außer=

Digitized by Google

dem aber ſtörend für den öffentlichen Verkehr und die Abführung der hohen Fluthen wird, was zu Beſchwerden und Einſprüchen gegründete Veranlaſſung geben würde. Bei dieſem, in Bezug auf die Neigungsverhältniſſe der Bahn allgemein angedeuteten Zuge wäre es nun zwar möglich, dieſelbe ſo anzulegen, daß Zwiſchengefälle und Ausgleichungsarbeiten zur Unterdrückung derſelben nicht vorkommen können, bei einer ſolchen Annahme müßte indeſſen die Bahn jeder einzelnen Einbiegung der Thalwände folgen und jeden Vorſprung derſelben umgehen. Damit würde ſie aber nicht nur unnützer Weiſe verlängert, ſondern die Verfolgung aller Thalkrümmen bedingte in den meiſten Fällen Bögen von ſo geringem Halbmeſſer, daß ihr häufiges vielleicht ununterbrochenes Vorkommen von dem nachtheiligſten Einfluß auf den Effekt der Bahn werden müßte. Dieſe Umſtände ſind dann auch bei Ausſteckung der Linie berückſichtigt, ſo daß kaum ¼ ihrer ganzen Länge aus Bögen beſteht, deren Halbmeſſer ſo groß ſind, daß ihr Einfluß auf die Förderung kaum oder gar nicht bemerklich ſeyn wird. Die durch eine derartige Dispoſition noch nothwendig werdenden Ausgleichungsarbeiten ſind aber noch durch den Umſtand vermehrt, daß der Bedingung, die Bahn durchweg über den höchſten Fluthwaſſerſtand zu legen, überall auf das Vollſtändigſte entſprochen worden iſt. Die wichtigern Ausgleichungsarbeiten beſtehen in Durchſchüttung der ſeitwärts in das Ennepethal einmündenden Thäler und Schluchten, in Abtragung von zu ſtark vorſpringenden Köpfen, dem Durchſtich der Vorhalle zur Erſparung eines 500 Ruthen langen Umweges bei Umgehung des Kaſſenberges, und ausgedehnten Dammſchüttungen auf der, der Inundation ausgeſetzten Sohle der Ruhr und des Wupperthales. So iſt durch vereinigte Anwendung aller der Mittel, welche zur Ermäßigung ſtarker Anſteigungen beitragen können, eine Eiſenbahnlinie entworfen, welche in Bezug auf günſtige Neigungsverhältniſſe zwar manches zu wünſchen übrig läßt, nichts deſtoweniger aber doch die

günſtigſte ſeyn dürfte, welche zwiſchen der obern Ruhr und der Wupper aufzufinden iſt.

Anhang IV.

Zuſammenſtellung
der beſten, bis jetzt über Eiſenbahnen erſchienenen Werke.

Dieſe am Schluſſe unſeres Werkes folgende Ueberſicht der bis jetzt erſchienenen, vorzüglichſten ſelbſtſtändigen Werke über Eiſenbahnen, ſo wie einiger vorzüglicher Aufſätze und eine Angabe der Journale, in denen Abhandlungen über Eiſenbahnen und deren Theile, ſo wie über Dampfwagen, enthalten ſind, dürfte von großem Intereſſe für unſere Leſer und für das Werk unerläßlich ſeyn. Auf Vollſtändigkeit kann ſie keinen Anſpruch machen, da wir die Menge Schriften geringern Werthes, die ſeit mehreren Jahren über den Gegenſtand erſchienen ſind, übergangen haben. — Wir legten bei dieſer Zuſammenſtellung eine „Literatur der Eiſenbahnen zu Grunde, welche dem trefflichen „Bericht über die Eiſenbahn von Brüſſel nach Mecheln" vom Prof. Plieninger zu Stuttgart (daſ. 1836) angehängt worden iſt.

I. Allgemeine Schriften.

Th. Tredgold, a practical treatise on railroads and carriages, schewing the principles of estimating their strenght, proportions, expense and the conditions, which render, them effective, economical and durables, with the theory, effect and expense of steam-carriages, stationary engines and gas-machines, 8. 4 pl. London 1835 (10 Sh. b' den.) 2 d Edition. London 1855. (8 Sh.)

Dieſe noch jetzt als ein Hauptwerk betrachtete, ſehr umfaſſende Schrift, verbreitet ſich eben ſo wohl über die tech-

niſchen, als auch ökonomiſchen Details, welche bei Anlage einer Eiſenbahn in Betracht kommen; ſie wurde bald nach ihrem Erſcheinen ins Franzöſiſche überſetzt.

Traite pratique sur les chemins en fer et sur les voitures, destinées à les parcourer; par M. *Tredgold.* Fraduction française par *Duverne.* 8. 4 pl. Paris 1826, (5 Fr.)

Nicholas Wood, a practical treatise on railroads and interior communication in general; with the performances of various engines, numerous experiments, Tables etc. 8. London 1825 zweite Auflage. Daſ. 1832 (18 Sh.)

Eine dritte Auflage iſt unter der Preſſe. Dieſes Werk iſt ohnſtreitig des wichtigſten über das Techniſche der Eiſenbahnanlagen; es wurde gleichfalls ins Franzöſiſche überſetzt:

Nich. Wood, traitê pratique des chemins de fer, traduit de L'Anglais sur la 2me édition, avec dés nobes et additions par M M de *Montricher* C. de *Franqueville*, et H. de *Ruoltz.* 4. 14 pl. Paris 1834, 318 Seiten und 14 Kupfertafeln in quer Fol. (15 Fr.)

Thomas Grahame, A letter to Nicholas Wood etc. London 1831. (1 Sh.)

Iſt eine Erwiederung auf die, von Wood aufgeſtellte, Vergleichung zwiſchen den Leiſtungen einer Eiſenbahn und eines Kanals.

Reports on Canals, Railways, Roads and other subjects, made tho the Pensylvania-Society for the promotion of internal improvement, by Wm. *Struckland.* 71 pl. Philadelphia 1826. (3 L. 16½ Sh.)

Der Verfaſſer wurde von der penſylvaniſchen Geſellſchaft nach England zur Unterſuchung und zum Berichte über die dortigen Fortſchritte in techniſchen Dingen abgeordnet. Er giebt demzufolge in dieſer Schrift namentlich auch genaue Nachrichten über die damaligen Eiſenbahnanlagen nnd Dampfwagen in England, mit vortrefflichen Zeichnungen.

Es ſcheint, daß dieſes Werk eine zweite Auflage oder einen Nachdruck zu London 1832 erfahren habe.

Jos. Briestley, historical account on navigable floods, canals and rail-ways. London 1831.

Enthält das Hiſtoriſche der allgemeinen Ausbildung dieſer verſchiedenen Communicationswege.

Observations on a general Iron-rail-way, with a geographical map of the plans, shewing ist great superiority, by the general introduction of mechanic power, over all the present methods of conveyance by Turnpike-roads and canals. 8. London 1822 (6 Sh. 6 den.)

Thomas Gray, observations on a general Iron-rail-way, or Land-steam-conveyance. 5 Edit. 8. London 1825. (8 Sh. 6 den.)

Erſte Ausgabe daſelbſt 1823; empfiehlt die Anwendung der Locomotiven auf den Eiſenbahnen.

Dieſe beiden Schriften verbreiten ſich im Allgemeinen über Eiſenbahnanlagen im Großen für Waaren- und Perſonentransport, mit Hervorhebung ihrer Vortheile und Berückſichtigung der techniſchen Einrichtungen derſelben.

Emil Béres, élémens d'une nouvelle législation des chemins vicinaux, grandes routes, ehemins de fer, rivières et canaux. 8. Paris 1833.

Eine Schrift welche zunächſt die bei den Communicationswegen überhaupt und ſomit auch bei den Eiſenbahnanlagen nothwendigen, legislativen unb polizeilichen Geſichtspunkte feſthält.

Description of a Railway on a new principle, with, observations on those hitherto constructed, and a table, shewing in use, also an illustration of a newly obserwed fact relating to the friction of axes, and a description of an improved Dynamometer for ascertaining the resistance of floating vessels and carriages moving on roads and rail-ways. By Henry *Palmer*. with plates. 2 Edit. 4. London 1826.

A. treatice on Rail-ways improvements, explanatory of the chief difficulties and inconveniences, which at present attend the general adoption of rail-ways, and the means,

Digitized by Google

by which these objections may be overcome, as proved by a series of interesting experiments etc. by Rich. *Badnall.* London 1833.

Die Verſuche Badnall's mit ſeinem ſogenannten undulirenden oder wellenförmigen Eiſenbahnſyſteme, welche derſelbe zwar unter vielfachem Widerſpruche, doch wie es ſcheint nicht unglücklich bei der Liverpooler-Eiſenbahn ausgeführt hat, ſind hier nebſt dieſem Syſteme ſelbſt beſchrieben und entwickelt.

Rob. *Stephenson* and Jos. *Locke* observations on the comparative merits of locomotive and fixed engines, as applied to rail-ways Liverpool 1830.

Die durch den Bau der Liverpooler-Bahn und namentlich durch den Bau von Dampfmaſchinen überhaupt und der, auf der Liverpooler-Bahn angewendeten, Locomotiven, berühmt gewordenen Verfaſſer, behandeln in dieſer Schrift einen Gegenſtand, welcher bei Anlage einer Eiſenbahn von großer Wichtigkeit iſt, nämlich die Vergleichung der Effecte ſtehender Dampfmaſchinen, wodurch die Laſten auf Anhöhen heraufgezogen werden ſollen, mit den Leiſtungen der Dampfwagen oder Locomotiven.

Walker et *Rastrick*, on the comparative merits of Locomotives and fixed engines. Paris 1831.

Die Verfaſſer dieſer Flugſchrift vertheidigen die ſtehenden Dampfmaſchinen auf undulirenden Bahnen, während Stephenſon den Locomotiven das Wort redet.

Bei den, dem Bau der Liverpooler-Bahn vorausgegangenen Unterſuchungen hatte ſich nämlich ein Streit über den Werth der Locomotiven und der ſtehenden Dampfmaſchinen erhoben, welcher in dieſen beiderlei Schriften gleichfalls ventilirt iſt, ſich jedoch endlich für die Locomotiven entſchied.

Minard, leçons faites sur les chemins en fer à l'école des ponts et chaussées en 1833—34. 4. 84 S. Mit lithogr. Tafeln. Paris 1834 (7 Fr.)

Ueberſetzt in Crelles Journal für Baukunſt. Bd. IX. S. 101. ꝛc.

Dieſe Vorleſungen ſind, obgleich zunächſt für den Zweck des Unterrichts in der angeführten Lehranſtalt zu Paris berechnet, dennoch für den Techniker in ſo fern wichtig, als darin die neueſten Fortſchritte kurz zuſammengeſtellt ſind. Eben dieß iſt der Fall mit

Instruction sur les routes, sur les chemins en fer, sur les canaux et les rivières, suivie de notes sur les transports et sur les principaux canaux d L'Europe, à l'usage de l'école d'application du corps royal d'état major. 8. 84 S. 2 pl. Paris 1827. (2 Fr. 25 Cent.)

und namentlich mit der ſpäteren Ausgabe:

Instruction sur les routes etc. à l'usage de l'école d'application du corps royal d'état major. Paris 1834.

Schriften welche ſich eben ſowohl über das Allgemeine der Transportwege überhaupt, als auch über die techniſchen Momente bei der Anlage derſelben verbreiten, und außerdem noch ſtatiſche und techniſche Notizen über die Hauptſächlichſten Kanalanlagen in Europa mittheilen.

L. Coste et *Perdonnet*, memoire sur les chemins à ornières. 8. 2 pl. Paris 1830.

Dieſe Schrift iſt eine zwar allgemeiner gehaltene, jedoch auch in techniſcher Hinſicht ſehr belehrende Abhandlung über die Eiſenbahnen, gegründet auf eigene Unterſuchung der in England ausgeführten.

M. J. *Cordier*, considerations sur les chemins de fer. 8. 3 pl. Paris 1830.

Dieſe Schrift enthält allgemeine Reflexionen über Nutzen der Eiſenbahnen und zugleich techniſche Nachweiſungen über ihre Anlagen.

Eben ſo finden ſich auch in den folgenden Schriften deſſelben Verfaſſers Nachweiſungen über die Eiſenbahnen.

M. J. *Cordier*, essais sur la construction de routes, des ponts suspendus, des barrages, etc. 8. 22 Kupfertaf. Paris 1823.

Wo in Artikel 8 die damals bekannten Einrichtungen der Eiſenbahnen und der Locomotiven angegeben ſind.

Digitized by Google

M. J. *Cordier*, essais sur la construction des routes, des canaux, et la législation de travaux publics 2 Tom. 8. Paris 1828.

Ein geſchätztes Werk, welches zugleich auf den legislativen, bei der Anlage der öffentlichen Communicationswege feſtzuhaltenden Geſichtspunkt behandelt.

Chemins de fer. Courbes à tres petits rayons (Système Laignel) 8. 5½ Bog. 1 Kupftaf. Paris 1836.

Dieſe Schrift hat die Aufgabe zum Gegenſtand, kleinere Krümmungshalbmeſſer, als die bisher für die Krümmung der Eiſenbahnen für möglich gehaltenen, einzuführen, eine Aufgabe, welche nothwendig zugleich auf den Bau der Wagen von Einfluß iſt. Laignel will nämlich für größere Krümmungen die Wagen mittelſt der Spurkränze auf flachen Schienen und nicht mittelſt der Felgen auf den erhöhten Eiſenſchienen gehen laſſen.

Wm. *Jackson*, a lecture on rail-roads. 8. 32 S. Boston 1829.

Enthält das Allgemeine über Eiſenbahnen.

Franz Joſ. Ritter von Gerſtner, Handbuch der Mechanik herausgegeben von Fr. Ant. Ritter v. Gerſtner. 3 Bde. mit Atlas von 109 Kpftfl. 4. Prag 1833. (24 Rthlr.)

Dieſes treffliche Werk giebt im erſten Bande genaue, auf eigene Anſicht der engliſchen Eiſenbahnen gegründete, Details über die Eiſenbahnen.

Franz Ant. Ritter v. Gerſtner, zwei Abhandlungen über Frachtwagen und Straßen und über die Frage, ob und in welchen Fällen der Bau ſchiffbarer Kanäle, Eiſenwege oder gemachter Straßen vorzuziehen ſey? Nach einer Unterſuchung ob die Moldau mit der Donau durch einen Schifffahrtskanal zu verbinden ſey, aufgeſetzt. 2 Kupftfl. gr. 8. Prag. 1813. (2 Rthlr.)

Dieſe ſchätzbare Schrift hat, wie es der Titel ſagt, die relative Anwendbarkeit der Eiſenbahnen zum Gegenſtande. Sie iſt auch in franzöſiſcher Bearbeitung erſchienen, mit Anmerkungen und Zuſätzen verſehen, welche dieſer Ueberſetzung einen Werth weiter verleihen.

Memoire sur les grandes routes, les chemins de fer et les canaux de Navigation, traduit de l'allemand de Mr. de Gerstner par M. O. *Terquem*, précédé d'une introduction par P. S. *Girard*. 8. Paris 1827. (6 Fr. 50 C.)

Joſeph v. Baader, neues Syſtem der fortſchaffenden Mechanik, oder vollſtändige Beſchreibung neu erfundener Eiſenbahnen und Wagen mit verſchiedenen anderen neuen Vorrichtungen, mittelſt welcher der innere Transport aller Waaren und Produkte faſt überall ſo gut, und mit weit geringern Koſten und Schwierigkeiten, als durch ſchiffbare Kanäle befördert und erleichtert werden kann. 16 Kpfr. in gr. Folio. München 1822. (36 Rthlr. 16 gr.)

Dieſes umfaſſende Werk giebt genaue Beſchreibungen der engliſchen Eiſenbahnen nach ihrer damals angenommenen Einrichtung, ſo wie der damals angewendeten Transportvorrichtungen, auch verbreitet es ſich zunächſt über die Leiſtungen der Eiſenbahnen überhaupt und der vom Verfaſſer vorgeſchlagenen Einrichtung derſelben insbeſondere, in Vergleich mit den Kanälen. Letzteres iſt auch der Fall mit den folgenden kleineren Schriften deſſelben Verfaſſers, worin er ſeine vorgeſchlagene Einrichtung mehr oder weniger ausführlich entwickelt.

Joſeph v. Baader, ein neues Syſtem der fortſchaffenden Mechanik. gr. 8. München 1817. (8 gr.)

Joſeph v. Baader, über die neueſten Verbeſſerungen und die allgemeinere Einführung der Eiſenbahnen. 8. München 1825. (3 gr.)

Joſeph v. Baader, über die Methode einer verbeſſerten Bauart der Eiſenbahnen und Wagen, welche an einer, auf allerhöchſten Befehl zu Nymphenburg ausgeführten Vorrichtung durch wiederholte öffentliche Verſuche ſich bewährt haben. Geleſen am 25. Auguſt 1826 in der Kgl. Akademie der Wiſſenſchaften. München 1826. (16 gr.)

Joſeph v. Baader, über die Vorzüge einer verbeſſerten Bauart von Eiſenbahnen vor den ſchiffbaren Kanälen, mit beſonderer Beziehung auf die vorgeſchlagene Verbindung der Donau mit dem Rhein. 8. München. Lentner 1828.

Die in dem „neuen Syſteme der fortſchaffenden Mechanik“ ausgeführte Hauptidee Baader's iſt nämlich die in England theilweiſe auch angewendete Vorrichtung, um die zu einer beſtimmten Höhe auf einer ſchiefen Fläche zu hebenden Laſten mit den, abwärts gehenden Laſten in Verbindung zu bringen, ſo daß ſich letztere gegen erſtere kompenſiren; ſodann auf den Gipfel der, in beſtimmten Diſtancen auf einer Eiſen-Bahn befindlichen Anhöhen, ſtehende Dampfmaſchinen anzubringen, welche die Laſtwagen auf die Höhe bringen ſollen, von welcher ſie ſodann je bis zur nächſten, ſtehenden Dampfmaſchine auf leicht geneigten Strecken fortlaufen würden.

Joſeph v. Baader, über die Einführung der Kunſtſtraßen (Eiſenbahnen) in Deutſchland. Lpzg. 1836. ($1^1/_2$ Bog. 5 gr.)

C. A. Henſchel, neue Conſtruction der Eiſenbahnen und Anwendung comprimirter Luft zu Bewegung der Fuhrwerke. 2 Steintfln. gr. 4. Caſſel 1833. (1 Thlr.)

Das hier beſprochene Project, die comprimirte Luft dem Dampfe zu ſubſtituiren, iſt bis jetzt noch nicht geglückt.

C. H. Henſchel, Vorſchlag zu Anwendung eines eiſernen Seilzuges auf Eiſenbahnen, als Fortſetzung der Abhandlung über Conſtruction der Eiſenbahnen mit Anwendung comprimirter Luft. 4. Caſſel 1833.

Dieſe Schrift empfiehlt die eiſernen Drathſeile für die Hebung der Wagen durch ſtehende Dampfmaſchinen.

L. P. Albert. Verzeichniß von 141 Eiſenbahnen, welche in England, Frankreich, Holland, Belgien, Deutſchland und Nordamerika theils erbaut, theils im Bau begriffen oder zur Ausführung beſtimmt ſind, mit Angabe ihrer Länge, Gefälle, Bauart, Baukoſten, Bewegungsmittel, der Bahnzölle und des Ertrags, tabellariſch zuſammengeſtellt. Ulm 1836. Quer Fol.

Dieſe Schrift iſt eine tabellariſche Zuſammenſtellung der, auf dem Titel angegebenen Notizen über die, bis jetzt bekannt gewordenen, ausgeführten oder projectirten Eiſenbahnen, und für den Zweck einer Ueberſicht recht brauchbar, jedoch nicht vollſtändig genug.

Digitized by Google

Sammlung der von 1776 bis 1836 in Betreff der Eiſenbahnen und Schienenwege in Amerika, England, Frankreich und Deutſchland gemachten Verbeſſerungen, Beobachtungen und Vorſchläge. 8. 1 Steintfl. VIII und 224 S. Nürnberg, Leuchs & Comp. 1836.

Dieſe Schrift würde unſtreitig ein noch brauchbareres Repertorium der Fortſchritte im Bau der Eiſenbahnen ſeyn, als ſie wirklich iſt, wenn die Quellen der mitgetheilten Notizen genau angeführt worden wären.

Die technologiſche Encyclopädie von Prechtl. Band V. S. 45 fg. Giebt in dem Artikel Eiſenbahn eine zwar kurze, jedoch vortreffliche und belehrende Abhandlung mit Angabe des Wiſſenswürdigſten, was bis zur Zeit der Erſcheinung des Werks von Erfahrungen, Reſultaten und Verbeſſerungen in der Anlage der Eiſenbahnen und der darauf angewandten Bewegungskräfte und Vorrichtnngen bekannt geworden war.

Ueber die Schienenwege in England, Bemerkungen, geſammelt auf einer Reiſe in den Jahren 1826 und 1827 von den Ober-Bergamts-Aſſeſſoren. C. von Oeynhauſen und H. v. Dechen.

In Karſten's Archiv für den Bergbau Bd. XIX. H. 1. S. 3. fg. und in den Verhandlungen des preußiſchen Gewerbevereins. Jahrg. 8. S. 40 fg. Auch beſonders abgedruckt. Berlin, Reimer 1829.

Dieſe Abhandlung iſt ein umfaſſender, gründlicher und detaillirter Bericht über die damals in England ausgeführten Eiſenbahnen zu Förderung von Bergwerksprodukten, und die damals noch in der Ausführung begriffene Liverpool-Bahn. Die hier mitgetheilten Nachrichten über Einrichtung, Anlage, Bau, Unterhaltungskoſten und Leiſtungen der von den Verfaſſern unterſuchten Etabliſſements, ſichern der Schrift einen bleibenden Werth.

Ed. Biot, Manuel des chemins de fer. 18. Paris 1834. (3 Fr.)

Dieſes ſehr brauchbare Schriftchen macht einen Theil der in Paris ſeit einer Reihe von Jahren erſcheinenden Samm-

lung von Handbücher über alle Zweige des Wiſſens und der techniſchen Praxis aus. Es iſt der nachfolgenden deutſchen Bearbeitung zu Grunde gelegt.

Ueber die Anlegung und Ausführung aller Arten von Eiſenbahnen nach den Grundſätzen der Mechanik und den Ergebniſſen der Erfahrung, welche bis auf die neueſte Zeit in England, Amerika, Frankreich und Deutſchland bei dem Bau der eiſernen Schienenwege geſammelt worden ſind, nebſt ausführlichen Koſtenberechnungen, nach dem Franzöſiſchen des Herrn Ed. Biot, mit Benutzung der beſten und neueſten einſchlägigen engliſchen und deutſchen Literatur; herausgegeben von Dr. Chr. Heinr. Schmidt. 9 Steintfln. XVIII und 291 S. 8. Weimar und Ilmenau 1835. (1 Thlr. 8 gr.)

Auch unter dem Titel:

Neuer Schauplatz der Künſte und Handwerker 76 Band.

Dieſe deutſche Bearbeitung der Biotſchen Schrift hat den, vom Herausgeber ausgeſprochenen Zweck, eine faßliche Belehrung für diejenigen darzubieten, welche ſich bei der Anlegung von Eiſenbahnen intereſſiren wollen, ſo wie für die Straßenbaumeiſter und Bau-Conducteurs, alſo eben ſo wohl für die Gebildeteren unter dem großen Publikum, als auch für ſolche Techniker, welche ſich nicht gerade dem höhern Fache der Civil-Ingenieurs beizählen; ein Zweck, welchen die Schrift ohne Anſtand zu erreichen geeignet iſt.

A. L. Crelle. Einiges allgemein Verſtändliche, über Eiſenbahnen, insbeſondere als Privatunternehmungen, für alle diejenigen, welche ſich dafür intereſſiren, und beſonders für diejenigen, ſo als Actionairs daran Theil zu nehmen geneigt ſind. Berlin 1835.

Eiſenbahn-Journal und National-Magazin für die Fortſchritte im Handel, Gewerbe und Ackerbau, für National-Unternehmungen und öffentliche Anſtalten, für ſtatiſche Nachrichten und neue Entdeckungen jeder Art, und für intereſſante Erſcheinungen in der Literatur und Praxis der National-Oeconomie überhaupt. Herausgegeben v. Fr. Liſt.

Digitized by Google

1. Jahrg. 1835. 20 Bog. mit Holzſchnitten. gr. 8. Altona, Hammerich (1 Thlr. 8 gr.) 2. Jahrgang 1836.

Ein Journal, das wie der Titel beſagt, ſich auch auf andere Gegenſtände verbreitet, und die Beſtimmung hat, die Vortheile der Eiſenbahnen für Deutſchland im Allgemeinen ans Licht zu ſtellen, und über einzelne projectirte oder ausgeführte Eiſenbahnen Nachricht zu geben.

J. W. Schmitz, Grundlage eines allgemeinen Creditvereins für Anlegung von Eiſenbahnen. 8. Leipzig 1833. (6 gr.)

J. W. Schmitz, Abhandlung über Eiſenbahnen und Dampftransporte, hinſichtlich des Nutzens, der Ausführbarkeit und der Schwierigkeiten dieſer Unternehmungen, nebſt einer Druckſchrift an den hohen Bundestag über eine deutſche Eiſenbahn- und Dampfwagen-Verbindung in Uebereinſtimmung mit dem deutſchen Zollverbande. gr. 12. 7 Bog. Leipzig 1834. (12 gr.)

Die Tendenz dieſer Schrift giebt ſchon der Titel an.

Kurze Abhandlung über Eiſenbahn-Unternehmungen. Marburg, Garthe 1834. (6 gr.)

H. Fairbaire, treatise on the political economy of rail-roads. 8. London 1836. (8 Sh. 6 den.)

Dieſe Schrift hat die ſtaatsöconomiſchen Momente der Eiſenbahnanlagen ſpeciell im Auge.

On the Means of comparing the respective advantages of different Lines of Railway, and on the Use of locomotive Engines Franstated from the French of *N. Navier*, Ingenieur en chef des Ponts et Chaussées, Paris. By *John Macneil,* Civil Engineer etc. London 1836. (6 Sh.)

Allgemeine Belehrungen über Eiſenbahnen und Schienenwege in populär-faßlicher Darſtellung von einem Techniker. Mit 3 Kupftfln. Mainz 1836. (12 gr.)

II. Schriften über einzelne Eiſenbahnen.

Henry *Booth,* an account on the Liverpool-Manchester Railway. Liverpool 1830.

Digitized by Google

Eine Flugſchrift, in welcher das Weſentliche über dieſe, damals kurz zuvor zu Stande gekommene, Bahn ſehr gründlich berichtet iſt.

Dieſe Schrift wurde ins Franzöſiſche überſetzt in den annales des ponts et chaussées, welche ſeit 1831 begonnen haben. Ins Deutſche überſetzt findet ſie ſich in dem Journal für die Baukunſt von Crelle. Bd. 6. S. 178.

History and description of the Liverpool and Manchester Rail-way. Liverpool 1832. 8.

Ch. Sylvestre, report on rail-roads and Locomotive-Engines, a dressed to the comittée of the rail-road between Liverpool and Manchester. 8. 39 S. London et Liverpool 1827.

A. *Andelle*, considération sur l'essor à donner en France aux chemins de fer avantages, qu'ils présentent, suivies des details de depenses et produits du chemin de fer de Liverpool à Manchester depuis son ouverture. Paris 1833.

Giebt neben allgemeinen Betrachtungen, Berichte über Koſten und Einnahme der Liverpooler-Bahn nebſt allgemeinen Nutzanwendungen für Frankreich.

Wiſſenſchaftliche Beſchreibung und maleriſche Anſichten von der Eiſenbahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter nach einer an Ort und Stelle angeſtellten Unterſuchung, ſo wie nach Angabe des Baumeiſters Stephenſon und den, aus den Werken des letzteren, des Herrn Wood und anderen entlehnten Materialien, dargeſtellt vom Baumeiſter P. Moreau und geordnet von Auguſte Notré. Mit 1 Karte und 5 Steintfln. 4. Weimar 1832. (1 Thlr. 6 gr.)

Iſt ein ziemlich verſtändlicher, jedoch mehr für das größere Publikum berechneter Bericht, ſo wie auch die folgende Schrift.

Das größte Wunderwerk unſerer Zeit, oder die Eiſenbahn für Dampfwagen zwiſchen Liverpool und Mancheſter in England. 13 Kpft. Querfol. Nürnb. 1832. (1 Thlr. 12 gr.)

Memoire sur les chemin de fer de St. Etienne à Lyon, par St. Chamond, Rive-de-Gier et Givors. 4. 28 S. 1 lithogr. Plan. Paris 1826. (3 Fr.)

Compte rendu aux actionaires du chemin de fer de St. Etièenne à Lyon; par M M *Seguin* frères et C. *Biot,* gérants. 8. 55 S. Paris 1826.

Reglement intérieur de la Compagnie du chemin de fer de St. Etienne a Lyon. Arrêté par le conseil d'administration suivant délibérations en date de 11., 16., 18., 21. et 25. Mai 1827. Paris 1827.

Rapport du conscil d'Administration de la compagnie du chemin de fer de St. Etienne à Lyon, a l'assemblée générale de Actionnaires, du 20 Dec. 1827. Paris 1828.

Etat de situation de la compagnie du chemin de fer de St. Etienne à Lyon; au 31 Mars 1828. Lyon 1828.

Statuts de la société du chemin de fer de St. Etienne à Lyon, Par Givors et Rive-de-Gier. 8. XVI und 52 S. Paris 1827.

Hyacinthe *Bruchet,* considérations sur un chemin de fer de Paris à Lyon, par la Bourgogne, et de Paris à l'Océan par Dieppe, suivies de quelques observations sur l'intention du Gouvernement dans les travaux d'utilité publique. 8. Paris 1834.

N. F. *Bourget,* mémoire contre le chemin de fer de Marseille à Lyon et contre l'exportation des soies grèges. 8. Lyon 1834.

Des chemins de fer considérés comme voies de communications commerciales, et particulièrement du chemin de fer projeté de Paris à Orléans en concurrence avec le canal de l'Essonne. Paris 1831.

Navier, de l'etablissement d'un chemin de fer entre Paris et le Havre, lu à l'académie des Sciences le 1. Mai 1826. Paris 1826.

Notice sur le chemin de fer de Lyon à Marseille. Par la société soumissionaire Delome et Comp. 4. Paris 1832.

Memoire sur le chemin de fer de Roanne à Digoin, comparé avec un canal. 4. Paris 1831.

Notice sur le chemin de fer de Roanne à Digoin publiée par la Compagnie concessionaire. 12. 1831. Paris avec

Digitized by Google

une carte général de la communication de Paris à Lyon par les chemins de fer de la Loire au Rhône.

Chemin de fer de Roanne à Digoin, de son influence locale comparée avec celle d'un canal. 12. Paris 1831.

Notice sur le chemin de fer de Paris à Pontoise, par la commission concessionaire. 12. Paris 1831.

Mines de Houille et chemin de fer d'Epinac aboutissant au canal de Bourgogne. 8. 29 S. 1 pl. Paris 1829.

Description de la route en fer à etablir d'Anvers à Cologne, en traversant. Duffet, Malines, Louvain, Tirlemont, Waremme, Liège, Verviers, Eupen, Aix-la-Chapelle, Duren et Cologne, avec embranchement d'Anvers à Liège, de Malines à Bruxelles, à Termonde et à Gand, de Tirlemont à Namur etc. enrichie de 8 Chartes. Memoire à l'appui du projet d'un chemin à ornières de fer à etablir entre Anvers, Bruxelles, Liège et Vervrers, destiné à former la tre Section de la nouvelle route d'Anvers à Cologne. Redigé d'après les ordres du Ministre de l'interieur par *Simons* et De *Ridder*, Ingenieurs de pents et chaussées. 2 Edit. gr. 8. Bruxelles 1833. (5 Fr.) 1 Edit. 1832 März.)

Dieſe Schrift verbreitet ſich über die Nothwendigkeit dieſer Bahnanlage, die Art ihrer Ausführung, die Koſten und wahrſcheinliche Einnahme, und giebt ſchätzbare techniſche Aufſchlüſſe.

Route en fer, projetée d'Anvers à la Meuse et vers le Rhin. Notes sur la question du mode d'exécution, pour fair suite au Memoire, redigé en exécution des ordres de Mr. le Ministre de l'interieur, par les Ingenieurs Simons et de Ridder. 4. Bruxelles. Juni 1833.

Dieß iſt eine weitere Entwickelung der erſten Schrift über die Art der Ausführung des Projects, und Beantwortung mancher gemachten Einwürfe, insbeſondere in Betreff des Vorſchlags, daß die Regierung ſich an die Spitze des Unternehmens ſtellen ſolle. Eine in ähnlicher Art polemiſche Denkſchrift, welche jedoch, wie die obengenannte nicht in den Buchhandel gekommen zu ſeyn ſcheint, iſt ein

Digitized by Google

Memoire de l'inspecteur Viſquain,
mit gegenüber ſtehender
Replique des Ingenieurs (Simons et de Ridder) Bruxelles le 1 Sept. 1833. 4.

Hiermit im Zuſammenhange ſteht:

Memoire sur l'établissement d'un chemin de fer de Malines à Ostende comme embranchement de la grande route commerciale d'Anvers et des Bruxelles au Rhin, redigé en exécution des ordres de Mr. le Ministre de l'interieur par les ingenieurs *Simons* et de *Ridder*. Nov. 1833. 4. avec Charte. 32 S. Bruxelles.

Ueberſetzt in Crelles Journ. für die Baukunſt Bd. 9. S: 33.

Depouhon, de l'etat du commerce en Belgique et de la route en fer d'Anvers à la Prusse. 8. 96 S. Bruxelles 1833.

Dieſe Broſchüre betrachtet das Unternehmen von der merkantiliſchen Seite und gründet darauf Vorſchläge für die Ausführung.

Depouhon, considérations sur le projet de loi relatif aux chemins de fer. 8. XIII und 38 S. Bruxelles 1833.

Verbreitet ſich über den, von der Belgiſchen Regierung über die Anlage von Eiſenbahnen ſeiner Zeit bekannt gemachten Geſetzesentwurf.

Depouhon, du mode d'exécntion du systéme des chemins de fer en Belgique. 8. 36 S.

Hier werden Anſichten und Vorſchläge über die Art der Ausführung des Planes zu einem belgiſchen Eiſenbahnſyſtem, namentlich über die Geldmittel und die Art ihrer Auftreibung, vorgetragen. Auf dieſe Flugſchriften von Depouhon ſind nicht in den eigentlichen Buchhandel gekommen.

Plieninger, kurzer Bericht über die Eiſenbahn von Brüſſel nach Mecheln, nebſt allgemeinen Bemerkungen über Eiſenbahnanlagen überhaupt und einer geordneten Zuſammenſtellung der bisherigen Literatur über Eiſenbahnen, Dampfwagen und Dampfmaſchinen. Mit 1 Steintafel. Stuttgart 1836.

Zur Eiſenbahn von Cöln nach Antwerpen. gr. 8. Cöln. Schmitz 1833. (8 gr.)

Digitized by Google

Enthält allgemeine Raiſonnements über das, ſeit mehreren Jahren gefaßte, jedoch noch nicht zur Ausführung gekommene Project einer Verbindung der Schelde mit dem Rhein von Antwerpen nach Cöln. Eben ſo

L. Henz. Denkſchrift zur Begründung des Projectes der Erbauung einer Eiſenbahn zwiſchen Cöln und Eupen als deutſche Hälfte der Bahn von Cöln nach Antwerpen (Auszug der ſpeciellen Bearbeitung des Plans) mit 1 Karte. Quer 4. VI und 117 S. Leipzig 1835. (16 gr.)

Dieſe von dem Comité der Cölner-Bahn zum Druck beförderte Denkſchrift enthält ſehr ſchätzbare, techniſche Nachweiſungen, ſo wie auch Berechnungen über Aufwand und wahrſcheinlichen Ertrag der fraglichen Bahn.

Fr. Harkort, die Eiſenbahn von Minden nach Cöln. Mit 1 Karte. 7 Steintfln. gr. 8. 5 Bog. Cöln, Hagen 1833. (1 Thlr.)

Dieſe Schrift enthält das Project einer Verlängerung der Cöllner-Eiſenbahn nach der deutſchen Seite.

L. Henz. Bericht über Project und Vorarbeiten zu der Anlage einer Eiſenbahn von Elberfeld über Hagen nach Witten. Mit 1 Karte. 4. Elberfeld 1936. (1½ Thlr.)

Plan der erſten öſterreichiſchen Eiſenbahn zwiſchen Budweis und dem Scheidungspunkte des Gebirges zwiſchen der Moldau und Donau. Groß Landkartenformat. Wien (1 Thlr. 16 gr.)

Franz Ant. v. Gerſtner, über die Vortheile der Anlage einer Eiſenbahn zwiſchen der Moldau und der Donau. gr. 8. Wien 1835. (18 gr.)

F. A. v. Gerſtner, Bericht an die Actionaire über den Stand der Kgl. priv. Eiſenbahn-Unternehmung zwiſchen der Moldau und der Donau. Wien 1827.

F. A. v. Gerſtner, über die Vortheile der Unternehmung einer Eiſenbahn zwiſchen der Moldau und der Donau. Febr. 1829. 4. Wien 1829. (12 gr.)

Bericht über den Stand der Eiſenbahn-Unternehmung zwiſchen Budweis und Mauthauſen, erſtattet von der Direction der Königl. privil. erſten Eiſenbahn-Geſellſchaft. Wien 30. Januar 1829.

Digitized by Google

Das Project der Wiener-Bochnia-Eiſenbahn in techniſcher kommerzieller und finanzieller Hinſicht betrachtet. Mit 1 Ueberſichtskarte. 4. Wien 1836. (8 gr.)

Ueber die ſeit Decbr. 1835 eröffnete Bahn von Nürnberg nach Fürth ſind zerſtreute Notizen in öffentlichen Blättern vielfältig vorhanden. Außerdem erſchienen folgende Denkſchriften.

Erwiederung auf die Einladung zu Gründung einer Geſellſchaft für die Errichtung einer Eiſenbahn mit Dampfſchifffarth zwiſchen Nürnb. und Fürth. 8. Nürnb. 1833. (2 gr.)

M. B. Wellmer, Bericht an die Herren Actionaire und das Publikum über die Ludwigs-Eiſenbahn-Angelegenheit. 8. 56 S. Nürnberg. (4 gr.)

Statuten der Ludwigs-Eiſenbahn-Geſellſchaft zu Nürnberg (vom 18 Nov. 1833) 4. 10 S.

Deutſchlands erſte Eiſenbahn mit Dampfkraft, oder Verhandlungen der Ludwigs-Eiſenbahn-Geſellſchaft in Nürnberg von ihrer Entſtehung bis zur Vollendung der Bahn, mit Darlegung des Erfolges ihres Betriebes in den erſten drei Monaten, und mit drei Blättern lithogr. Zeichnungen der Bahn und ihrer Beſtandtheile, von Johannes Scharrer, Mitglied und Referenten des Directoriums. 4. VI und 108 S. 4 S. Beil. Nürnberg 1836. (1 Thlr.)

Enthält die ſämmtlichen Actenſtücke über dieſe Angelegenheit.

Stephenſons Locomotive auf der Ludwigs-Eiſenbahn von Nürnberg nach Fürth in ihrer Ruhe und Thätigkeit dargeſtellt von G. Nebenſtein. 8. 2 Steintafeln. 40 S. Nürnberg 1836.

Die ſchwebende Eiſenbahn bei Poſen und Project zu einer allgemeinen Eiſenbahn durch den preußiſchen Staat, von M. v. Prittwitz. 8. 84 S. Poſen 1834. (12 gr.)

Dieſe Broſchüre giebt Nachricht von einer 1800 Schritte langen, zu Poſen für den Transport von Ziegeln aus einer Ziegelei bis zum Fluß errichteten, ſehr einfachen Palmerſchen Bahn mit einer Schiene, und macht Vorſchläge zu Einführung dieſer Art von Bahn durch ganz Preußen. Die auch über anderweitige, projectirte und ausgeführte Bahnen ge-

Digitized by Google

gebenen Notizen ſind ſchätzenswerth. Siehe S. 345 dieſes Werks.

L. Newhouſe, Vorſchlag zu Herſtellung einer Eiſenbahn im Großherzogthume Baden von Mannheim bis Baſel und an den Bodenſee, als zweckmäßiges Mittel, Landbau, Handel und Gewerbe in Flor zu bringen, den Gütern und Produkten einen größern Werth zu verſchaffen, und ſo den Nationalreichtum zu erhöhen. Mit 2 Abbildungen. gr. 8. Carlsruhe 1833. (1 Thlr.)

Joſ. v. Baader, Vorſchläge zu einer Eiſenbahn zwiſchen München und Starnberg. München 1832.

Ueber projectirte Eiſenbahnen im Königreich Hannover. Juni 1835. gr. 4. 8 S. Hannover 1835. (10 gr.)

Iſt eine aus Hannover'ſchen Blättern abgedruckte Flugſchrift.

Zur Eiſenbahn von Hannover und Braunſchweig nach Hamburg. 46 S. Hamburg (6 gr.)

F. Glünder, kurze Darſtellung einer der wichtigſten Verhältniſſe bei Eiſenbahnen, mit beſonderer Beziehung auf ſolche Anlagen zwiſchen Hamburg, Bremen und Hannover. gr. 8. 36 S. Mit 1 Tabelle. Hannover 1834. (6 gr.)

Darſtellung einiger Verhältniſſe in Beziehung auf die Hamburg-Hannöverſche Eiſenbahn, mit Angabe ihres großen allgemeinen Nutzens und ihrer beſonderen Vortheile für das Königreich Hannover. gr. 8. 2½ Bogen mit Tabelle und Karte. Hannover 1835. (8 gr.)

Znr Eiſenbahn von Hannover und Braunſchweig nach Homburg, oder die Frage; Soll die Eiſenbahn durch eine Brücke über die Elbe mit Hamburg in Verbindung geſetzt werden, oder nicht? Von einem Hannoveraner. gr. 8. 3 Bogen. Hamburg 1835. (6 gr.)

Hat blos lokales Intereſſe. Eben ſo.

Noch zur Eiſenbahn von Hannover und Braunſchweig nach Hamburg. II. 1¼ Bog. 8. Daſelbſt 1836.

Remarks on the proposed Railway from Hamburg to Hannover and Brunswick (v. Taylor) Hamburg 1835.

(Eine Fortſetzung erſchien im Frühjahr 1836.)

Digitized by Google

Asher, einige Bemerkungen über die von Hamburg nach Hannover anzulegende Eiſenbahn. 2 Bgn. 8. Hamburg 1835. (6 gr.)

Bemerkungen über die von Hannover und Braunſchweig nach Hamburg beabſichtigte Eiſenbahn. II. Aus dem Engliſchen daſelbſt 1835. (12 gr.)

J. W. Schäffer, die Eiſenbahn in Churheſſen. Bericht des landſtändiſchen Ausſchuſſes für Handel und Gewerbe. Nebſt zugefügten Noten und zweien Anlagen, enthaltend: 1) Zuſammenſtellung der bisherigen Schriften über Eiſenbahnen; 2) Proſpectus und Vorſchlag zur Anlage einer großen Continental-Eiſenbahn. gr. 8. 5½ Bogen. Caſſel 1835. (8 gr.)

Hieraus Nro. 2 beſonders abgedruckt.

Proſpectus und Vorſchlag zu Anlage einer großen Continental-Eiſenbahn zu Verbindung der Oſt- und Nord-See, der Donau und dem ſchwarzen Meere. 2 Bgn. Daſelbſt. (4 gr.)

Hierher gehören auch folgende Schriften, die ſächſiſche Bahn betreffend.

Berichte (ſieben) das Eiſenbahn-Comité zu Leipzig an das Publikum. gr. 4. Leipzig 1835, 5½ Bgn. Mit einer Karte. (18 gr.)

Dekret, die allerhöchſte und höchſte Genehmigung der Einrichtung einer Eiſenbahn zwiſchen Leipzig und Dresden (vom 6. Mai 1835), ſo wie des nachſtehenden Entwurfs der Statuten der Leipzig-Dresdener-Eiſenbahn-Compagnie betreffend. 8. 34 S.

Sächſiſches Expropriationsgeſetz, oder die Ableitung des Grundeigenthums bei den im Königreiche Sachſen anzulegenden Eiſenbahutracten, nach den darüber erſchienenen Geſetzen bearbeitet und mit Hinzufügung rationell-landwirthſchaftlicher Erläuterungen, für Beamte, Taxatoren, Grundeigenthümer und alle ſonſtigen Intereſſenten ſyſtematiſch dargeſtellt von einem Cameraliſten. Leipzig 1836. kl. 8. 96 S.

Eine Schrift, welche das ſächſiſche Expropriationsgeſetz in Betreff der Eiſenbahnprojecte, unter Hinweiſung auf die

vorhandenen, älteren, hieher Bezug habenden Geſetze, zum allgemeinen Verſtändniſſe weiter ausgeführt und erläutert.

Gme. Tell. *Poussin,* travaux d'ameliorations intérieurs, projetes et exécutés par le Gouvernement général des Etats unis d'Amérique de 1824 à 1831. Paris.

Von beiden Schriften Pouiſſins wird nächſtens eine deutſche Bearbeitung vom Bauconducteur Lehritter in Regensburg erſcheinen.

Ueber die Eiſenbahnen in den vereinigten Staaten in Nordamerika. Nach des Hrn. Gme. Tell Pouissin Travaux d'améliorations etc. im Auszug mitgetheilt von Herm. J. Lehritter. Mit 1 Taf. Abbild. Regensburg.

The american Rail-road Journal,

welches ſeit 1832 zu Newyork erſcheint und techniſche und erzählende Berichte über die in Amerika projectirten, begonnenen und ausgeführten Eiſenbahnen giebt.

III. Ueber Dampfmaſchinen und Dampfwagen.

Alex. Gordon, historical and practical treatise on demental locomotion by Steam carriages on common roads etc. 8. London 1832. 14 Tafeln.

Iſt auch überſetzt worden.

Alex. Gordon, hiſtoriſche und practiſche Abhandlung über Fortbewegung ohne Thierkraft mittelſt Dampfwagen auf gewöhnlichen Bauſtraßen. Aus dem Engliſchen. 14 Tfln. gr. 8. Weimar 1833. (2 Thlr. 6 gr.)

Aconcise history of Steam carriages of common Turnpike-roads and the progess of their improvement. With a sketch of Sir Charles Dancés Steam-Carriages. London 1833. 8. (1 Sh. 6 den.)

Godesworthey Gurney, observations on steam-carriages on common Turnpike-roads. London 1832.

Mary, notice sur les voitures à vapeur, employées en Angleterre sur les routes ordinaires. 8. Paris 1834.

Des voitures à vapeur, destinées aux transports sur les routes ordinaires, par *Simons* et De *Ridel* 4. 11 S. Dec. 1833. Bruxelles 1834.

Digitized by Google

Joſ. v. **Baader**, die Unmöglichkeit, Dampfwagen auf gewöhnlichen Straßen mit Vortheil als allgemeines Transportmittel einzuführen, und die Ungereimtheit aller Projecte, die Eiſenbahnen dadurch entbehrlich zu machen. Nach den bisherigen Erfahrungen durch wiſſenſchaftliche Beleuchtung dargeſtellt. gr. 8. Nürnberg 1825. XVI und 56 S.

Die Eiſenbahn eine faßliche Beſchreibung der Beſtandtheile, Darſtellung des Nutzens und Geſchichte der Eiſenbahnen, nebſt einer Ueberſicht der in Deutſchland projectirten Eiſenbahnen und einigen Nachrichten über die Leipzig-Dresdener-Eiſenbahn. Mit 4 Kupfertafeln. 1 Bogen. Lex. 8. Leipzig 1836. (8 gr.)

Darſtellung einer anzulegenden Eiſenbahn von der königl. preußiſchen Saline Dürrenberg und der ſchiffbaren Saale daſelbſt bis nach Leipzig auf den Waageplatz vor dem Halleſchen Thore. gr. 4. Dresden. (14 gr.)

Proſpectus über die Erbauung einer Eiſenbahn von Saarbrücken bis zur Reinſchanze bei Mannheim. Saarbrücken am 26. Jan. 1836. (½ Bg. 4.)

Fr. A. Ritter v. **Gerſtner**. Ueber die Vortheile der Anlage einer Eiſenbahn von St. Petersburg nach Zarskoe-Selo und Pawlosk. St. Petersburg im März ~~1880.~~ 1836

Report of Massachusets on the practicability and expediency of a rail road from Boston to the Hudson river, and from Boston to Providence. Submitted to the general Court. Jan. 1829. To wich are annexed the reports of the Engineers, containing the resutts of their surveys and estimates of the cost of constructing a rail-road on each of the routes selected. With Plans and profiles of the routes. 8. Boston 1829.

Gm. Tell. *Pouissin*, chemins de fer americains historique de leur construction, prix de revient et de produit, mode d'administration adopté, resumé de la legislation, qui les régit; faisant suite aux travaux d'améliorations intérieurs. 4. 36½ Bogen. Mit 7 Kupfer und 1 Karte. Paris 1836.

Digitized by Google

Giebt eine vollſtändige Zuſammenſtellung der bis jetzt in Nordamerika ausgeführten Eiſenbahnen nach dem Geſchichtlichen ihrer Ausführung, ihren Koſten und ihrem Ertrage, ihrer Unterhaltung und den auf dieſelben Bezug habenden Geſetzen und Verordnungen. Auch in folgendem Werke deſſelben Verfaſſers finden ſich Nachweiſungen über amerikaniſche Eiſenbahnen.

Alex. Lips, die Unanwendbarkeit der engliſchen Eiſenbahnen auf Deutſchland, und deren Erſatz durch Dampf-Fuhrwerk auf verbeſſerten Chauſſeen, am Anfang einer neuen Aera, welchem das Transportweſen und der Straßenbau und mit dieſen zugleich der Handel in Deutſchland nothwendig entgegengeht. gr. 8. Nürnberg 1833. (10 gr.)

L. Kufahl, theoretiſche und practiſche Abhandlung über die Dampfſchifffahrt ꝛc. Nebſt einem Anhang über Dampfwagen und Förderungsmittel auf gewöhnlichen Kunſtſtraßen. Mit 1 Kupft. gr. 8. Berlin 1833. (18 gr.)

L. Newhouſe, über Chauſſee-Dampfwagen ſtatt Eiſenbahnen mit Dampfwagen in Deutſchland. gr. 8. Mannheim 1835. (3 gr.)

F. M. G. de Pambour, practical treatise ou locomotive-Engines upon rail-ways. 8. London 1835. (12 Sh.)

Und die franzöſiſche Bearbeitung.

F. M. *Guigonneau de Pambour,* traité theorique et pratique des machines locomotives. Paris 1835. 8. (7 Fr. 50 Cent.)

Unter dem Titel: Pambour „practiſche Abhandlung über Dampfwagen auf Eiſenbahnen. Aus dem Engliſchen. Mit 4 Kupfertafeln," wird zu Berlin eine deutſche Bearbeitung erſcheinen.

Dieſes Werk umfaßt die bisherigen Fortſchritte im Bau der Locomotiven.

Der Bd. IV. der Prechtl'ſchen technol. Encyklopädie enthält in dem Artikel „Dampfwagen" eine treffliche Arbeit über dieſen Gegenſtand.

Unter den vielen Werken über Dampfmaſchinen im Allgemeinen ſind hauptſächlich wichtig:

Tredgold, the Steam-Engine, comprising an account of ils Improvements, principles, best proportions and most prominent applications, with numerous, tables, plates and Woodcuts. 4. London 1827.

Digitized by Google

Dieſes treffliche Werk wurde 1828 vom Ober-Ingenieur Mellet zu Paris ins Franzöſiſche überſetzt.

Severin, Beiträge zur Kenntniß der Dampfmaſchinen. Bildet den erſten Theil von den Abhandlungen der königl. preuß. Deputation für Gewerbe. Berlin 1829.

Dieſes klaſſiſche in Folio gedruckte Werk iſt von einer großen Anzahl herrlicher Kupfertafeln von wirklich ausgeführten Dampfmaſchinen begleitet.

Bernouilli, Handbuch der Dampfmaſchinen für Techniker und Freunde der Mechanik. Mit 12 Steintafeln. Stuttgart 1833. 29 Bog. 8. (2⅙ Rthlr.)

Verdam, Grundſätze, nach welchen alle Arten von Dampfmaſchinen zu beurtheilen und zu erbauen ſind. Aus dem Holländiſchen von C. A. Schmidt. 39 Bogen 8. Mit 12 Steintafeln. Weimar 1835. (2½ Thlr.)

Lardner, die Dampfmaſchine, faßlich beſchrieben und erklärt, insbeſondere in ihrer practiſchen Anwendung auf Eiſenbahnen und Dampfſchifffahrt, nebſt Winken über Eiſenbahnanlagen und deren Bedingungen. Nach der 5. Auflage [1]). Aus dem Engliſchen überſetzt. 19 Bog. 8. Mit 5 Steintafeln. Leipzig 1836. (2 Rthlr.)

IV. Unter den deutſchen techniſchen Zeitſchriften enthalten beſonders die folgenden viele und richtige Aufſätze über Eiſenbahnen, Dampfwagen ꝛc.

Dingler's polytechniſches Journal.

Weber's Zeitblatt für Gewerbtreibende.

Karſten's Archiv für Bergbau und Hüttenweſen und die Fortſetzung deſſelben: Archiv für Mineralogie, Geognoſie, Bergbau und Hüttenkunde.

Crelle's Journal für die Baukunſt.

Verhandlungen des Vereins zu Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen.

---

1) Von dem Original erſchien im Auguſt 1836 ſchon eine 6te Auflage.

Nachträge.

Anlage und Tracirung von Eiſenbahnlinien.

Aus den beim Betriebe öffentlicher Schienenwege oder Eiſenbahnen gemachten Erfahrungen haben ſich nach und nach Prinzipien für deren Anlage und Tracirung entwickelt, welche den Eiſenbahnlinien eigenthümlich ſind, und daher aus den Lehrſätzen der übrigen, früheren Straßenbauwiſſenſchaften nicht abgeleitet und ſo wenig auf ſie angewendet werden können, obgleich der Chauſſeebau eben ſowohl als der Eiſenbahnbau daſſelbe mathamatiſche Verfahren bei ihrer resp. Anwendung benutzt.

Wenn in der allgemeinen Richtung einer Bahnlinie zwei Puncte gegeben ſind, welche durch einen Schienenweg verbunden werden ſollen, ſo ſind die Koſten der Anlage allein in den meiſten Fällen nicht der Hauptbeweggrund zur Annahme einer feſtgeſetzten Trace gerader und gekrümmter Linien, welche die Verbindung dieſer zwei Puncte herſtellen ſollen; denn es giebt wohl ſelten — ausgenommen in Gebirgigen Gegenden — ein ſo ſehr beſchränktes Terrain, daß es die Verbindung zweier Puncte auf mehreren ganz verſchiedenen Wegen, aber mit ziemlich demſelben Koſtenaufwande nicht geſtatten könnte. Es fragt ſich daher unter ſolchen Umſtänden zunächſt, welche Auswahl der Vertheilung gerader Linien und Curven bei denſelben Koſten-Anſchlägen für den Betrieb die wirkſamſte ſeyn wird.

Digitized by Google

Nehmen wir daher an, daß der Zweck einer Bahn ein finanzieller ſeyn ſoll, ſo beſteht die nächſte nöthige, dem Ingenieur zu gebende Beſtimmung in der Angabe des wahrſcheinlichen Verkehrs auf derſelben, damit für dieſen eine Linie gefunden werde, welche in der Größe des erſten Anlags-Capitals dem Bedürfniſſe entſpricht. Das Ergebniß der verſchiedenen im Felde aufgefundenen günſtigen Tracen wird nun auf ihre resp. Anlagskoſten reducirt. —

Dieſe beſtehen in den Ausgaben für: a) Ingenieur, Aufſeher und Expedienten-Salaire. b) Für den Werth des erforderlichen Landes. c) Für Gräben und Entwäſſerungs-Kanäle. d) Für Abgrabungen der Einſchnitte und Aufſchüttung der Dämme, ſo wie das Planiren, Bewachſen und Einfriedigen derſelben. e) Koſten der Brücken, Viaducte, Wegübergänge, Tunnels, Schlauſen u. ſ. w. f) Fundamentirung des Oberbaues und Entwäſſerung deſſelben. g) Steinſchwellen-, Blöcke- oder Holzunterlagen. h) Koſten der Schienen, Stühle oder der Verbindungsunterlagen; von Bauholz, Platten, Keile, Bolzen, Klammern, Nägel, Schrauben u. ſ. w. i) Arbeitslöhne für Zuſammenſtellung des Oberbaues. k) Geneigte Ebenen, ſtehende Dampfmaſchinen, Ketten, Rollen, Seile, ſelbſtwirkende Vorrichtungen. l) Ausweiche- und Kreuzungsvorrichtungen, Drehſcheiben u. ſ. w. m) Bahnpolizei-Gebäude, Verwaltungs- und Attelier-Gebäude Betriebslocale und Remiſen. n) Lagerplätze, Gehöfte, Schuppen, Hütten, u. ſ. w. o) Schadenerſatz, Accidenzien und kleine Ausgaben. —

Der Vergleich dieſer Koſtenanſätze bei dem einen Tracte mit denen bei einem andern giebt das Datum des Vorzuges einer beſtimmten Tracirung hinſichtlich des erſten Anlage-Capitals. Es fragt ſich alſo zunächſt, ob die durch den Koſten, Anſchlag gefundene Linie auch hinſichtlich ihrer Wirkſamkeit für den Betrieb die vorzüglichere iſt; oder wenn es mehrere Tracte von gleichem Werthe der Anlagskoſten ſind, welcher von ihnen ſich auch in dieſem Bezuge am brauchbarſten herausſtellt. — Wenn es daher durch die Art des Verkehrs feſt-

Digitized by Google

geſtellt iſt, ob eine Bahnlinie durch Dampfkraft, Pferde, oder vielleicht durch die Schwerkraft der Ladung ſelbſt betrieben werden wird, ſo reducirt ſich die Wirkſamkeit derſelben 1) auf ihr Provil, oder die Neigungsverhältniſſe des herzuſtellenden Planums und 2) auf ihr Alignement oder die Länge und Anzahl der geraden und gekrümmten Linien, welche den Lauf der Bahn bilden, und auf die Größe ihrer Krümmungs-Halbmeßer.

Wir wollen im Allgemeinen annehmen, daß ein vollkommen geradliniges und horizontales Profil das beſte für einen Betrieb iſt, deſſen Verkehrsquantum in beiden Richtungen gleich groß iſt, obgleich wohl ſelbſt für dieſes Verkehrsverhältniß eine Bahn zuweilen zu horizontal ſeyn kann; ſo folgt daraus, daß ein Bahnprofil durchgängig nach der Richtung geneigt ſeyn ſollte, nach welcher der Hauptverkehr ſich hinzieht. In der Natur des meiſten Verkehrs, ſo wie in der Phyſiognomie aller Landſtriche liegt es aber, daß weder das eine noch das andere Verhältniß ſtattfindet oder ſtattfinden ſoll, und es werden daher gewöhnlich die Bahnen von einiger Ausdehnung im Profil aus einer Folge und Abwechſelung horizontaler, ſteigender und fallender Ebenen zuſammengeſetzt ſeyn. Dieſe nun am wirkſamſten zuſammenzuſtellen und zu vertheilen, und die Vertheilung im richtigen Verhältniſſe zu einem gegebenen Koſtenaufwande der Anlage einer Bahnlinie zu bewerkſtelligen, iſt das wichtigſte Deſideratum, was dem Ermeſſen des Ingenieurs vorgelegt werden wird.

Um das beſte Neigungsverhältniß für ein gegebenes Verkehrsquantum zu finden, addire man zu dem Gewichte des Verkehrs in jeder Richtung das Gewicht der Wagen, welche zum größern Verkehr nöthig; ſodann dividire man die größere Summe durch die kleinere und mache den Quotienten minus 1 zum Zähler und denſelben Quotienten plus 1 zum Nenner eines neuen Bruchs. Dieſen nun mit dem Widerſtande auf einer horizontalen Bahn multiplicirt, giebt den beſten Neigungs-Bruchtheil für einen gegebenen Verkehr.

Die Localitäten des Terrains und die damit verbunde-

Digitized by Google

nen Anlagskoſten werden jedoch der praktiſchen Ausführung des Ergebniſſes dieſer Berechnung immer in den Weg treten, und es wird ſich in den meiſten Fällen nur darum handeln, das beſte Niveau aufzufinden, welches die Gegend hergiebt, weshalb denn jenes Reſultat nur als Annäherungspunkt die-nen kann, welcher aber keineswegs aus den Augen zu verlieren iſt. Wir wiſſen ferner, daß das Neigungsverhältniß von 1: 250 oder $^1/_{250}$ dasjenige iſt, welches die Schwere eines Transportzuges oder jedes einzelnen Wagens zur Ueberplus-kraft der Friction auf eiſernen Schienenwegen macht; daß alſo nachdem durch einen Stoß oder anfänglichen Impuls des Trägheitsmoment des Zuges überkommen iſt, derſelbe ohne weiteres Zuthun oder Anwendung einer andern Kraft bei einem ſolchen Neigungsverhältniſſe abwärts durch eigene Schwere oder von ſelbſt laufen wird. —

Bei der Vertheilung und Beſtimmung der Größe aller an einander gereihten Neigungsverhältniſſe des Profiles einer langen Bahnlinie, welche, dem Ergebniſſe der Baukoſten-berechnung gemäß, den Undulationen des natürlichen Terrains abgewonnen werden müſſen, handelt es ſich daher um eine Benutzung dieſer Schwerkraftsgeſetze, damit deren Widerſtand gegen die Betriebskraft wo möglich äqualiſirt wird, welche zur Fortbewegung des Verkehrsquanti angewendet werden ſoll. — Eine theoretiſch vollſtändigſte Benutzung derſelben wäre z. B. das Arrangement der Neigungs- und Falllinien im Profile zwiſchen zwei gegebenen Punkten, welches bei jeder Falllinie eben ſo viel Kraft zurückgeben könnte, als es bei jeder Steigung verbraucht. Da dieſes jedoch eine praktiſche Unmöglichkeit iſt, ſo müſſen wir das Prinzip wenigſtens dem gegebenen Koſtenaufwande und dem wahrſcheinlichen Verkehrsverhältniſſe beſtmöglichſt anzupaſſen ſuchen. — Das Rechnungsverfahren dabei iſt ſehr einfach. Wir addiren alle ſenkrechten Höhen der aneinander gereihten Neigungen des Profils einer projektirten Bahnlinie, auf welche die Ladung in einer Richtung hin gehoben werden muß, und ziehen hiervon die Höhen ab, welche dieſelbe Ladung in der-

ſelben Richtung und auf einer Neigung, die ſteiler als $^1/_{250}$ iſt, herabzugehen hat. Dadurch haben wir den Ausdruck der Höhe erhalten, auf welche eine Ladung mittelſt Betriebskraft emporgehoben werden muß. Da aber eine Falllinie, die ſtärker als $^1/_{250}$ iſt, nicht mehr Betriebswirkſamkeit zurückgibt, als wenn ſie nur $^1/_{250}$ wäre, ſo wird alle die Höhe als verloren anzuſehen ſeyn, welche durch ein Neigungsverhältniß ſtärker als $^1/_{250}$ genommen wäre. Wir können daher für alle Falllinien, die ſtärker als $^1/_{250}$ ſind, nur ſo viel Fallhöhe in Rechnung bringen, als wenn ſie nur $^1/_{250}$ wären. — Mit Zuziehung der Wirkſamkeit der Dampfwagen- oder jeder andern Kraft auf verſchiedenen ſteigenden Neigungsverhältniſſen, der Höhe des resp. Anlagskapitals und der Angabe des wahrſcheinlichen Verkehrsquanti in beiden Richtungen, löst ſich daher die wichtige Aufgabe beim Projekte einer Eiſenbahnlinie, welche das größte anzuwendende Neigungsverhältniß bei derſelben betrifft. — Der Effekt ſchiefer Ebenen auf die bewegende Kraft beſteht der Hauptſache nach in der Größe der rückwirkenden Laſt nach den Geſetzen der Schwerkraft. — Wenn wir daher den Widerſtand der Reibung einer bewegten Laſt dazu rechnen, ſo erhalten wir den Totalwiderſtand derſelben ohne Berückſichtigung ſekondärer Urſachen, die auf die Berechnung ſtets einen Einfluß äußern können und werden, wie z. B. Widerſtand der Luft oder des Windes, der Bahn ꝛc. — Die Ueberwindung dieſes Totalwiderſtandes aber, z. B. durch Dampfwagen oder Locomotiven ſteht im Verhältniß zur Dampferzeugungs-Capacität und der Schwere ſolcher Maſchinen, welche beide ſtets in gleichen Raten wachſen müſſen, um einer gegebenen vermehrten Kraftäußerung zu entſprechen. — Um den Effekt ſchiefer Ebenen auf die Betriebswirkſamkeit vergleichend und überſichtlich vereinfacht darzuſtellen, hat Herr Ingenieur H. Köhler die nachſtehende Tabelle in einer Form entworfen, deren Ueberſicht ſogleich den großen Verluſt ſteiler Neigungen für die Betriebswirkſamkeit mit Locomotiven bergauf an die Hand gibt.

Digitized by Google

Neigungsverhältniß der Eiſenbahn.	Widerſtand der Schwerkraft in Pfunden auf 1 Tonne oder 20 Ctr. fortzubewegender Laſt.	Widerſtand der Schwerkraft in Pfunden auf 50 Tonnen oder 1000 Ctr. Laſt.	Widerſtand der Schwerkraft und Friction vereinigt in Pfunden auf 1 Tonne oder 20 Ctr. Laſt.	Totalwiderſtand einer Ladung von 1000 Ctr. Gewicht in Pfunden.	Nothwendiges Gewicht eines Dampfwagens, um eine Ladung von 1000 Ctrn. fortzubewegen.
1/1000	2,2	110	11,2	550	5 Tonnen à 2240 Pfd.
1/900	2,48	124	11,48	574	5,2
1/800	2,8	140	11,8	590	5,3
1/700	3,2	160	12,2	610	5,4
1/600	3,7	185	12,7	635	5,5
1/500	4,48	224	13,48	673	6,
1/400	5,6	280	14,6	730	6,5
1/300	7,46	373	16,46	823	7,
1/200	11,2	560	20,2	1010	7,8
1/100	22,4	1120	31,4	1570	9,7
1/90	24,8	1240	33,8	1690	10,7
1/80	28	1400	37	1850	15,4
1/70	32	1600	41	2050	17,2
1/60	37,3	1865	46,3	2315	19,5

Neuerlich ſind Dampfwagen, unter denen ſich beſonders die des Amerikaners Norris, welche wir weiter unten noch genauer kennen lernen werden, in Betrieb gekommen, mit denen man Rampen mit größerer Leichtigkeit als mit früheren Maſchinen aufwärts fahren kann. Eine der erſten Vergleichungen, welche dieſe neue Erſcheinung in der Dampfwagenmechanik darbietet, beruhete auf dem Reſultate einer Berechnung, welches angibt, ob es für den Betrieb ſehr ſteiler Rampen und eines ſehr großen Verkehrs in allen Beziehungen vortheilhafter iſt, eine Locomotive mit weniger Ladung mehrere Male auf und abgehen, und den hinaufgebrachten Theil des Zuges warten zu laſſen, bis die ganze, auf die geringeren Neigungsverhältniſſe der Linie berechnete Ladung wieder beiſammen iſt; oder wo dergleichen durchaus nicht umgangen werden können, eine feſtſtehende Kraft anzuwenden, welche die ganze Ladung auf ein Mal emporzieht. —

Digitized by Google

Alignement.

Wenn wir zwiſchen zwei gegebenen Punkten eine durchaus gerade Bahnlinie für den Verkehr herſtellen können, ſo wird ein ſolches Alignement in techniſcher Hinſicht jedenfalls das beſte ſeyn, nicht nur, weil die gerade Linie die kürzeſte iſt, ſondern auch, weil ſie dem Betriebe den wenigſten mechaniſchen Widerſtand und die wenigſten Hinderniſſe, die der Zufall herbeizuführen vermag, entgegenſetzt; denn die natürliche Tendenz der Bewegung jedes ſchweren Körpers wirkt in der geraden Linie. — Wie ſich daher das horizontale Niveau zum Profile einer Bahnlinie verhält, ſo verhält ſich die gerade Linie zum Alignement derſelben. —

Beides dem Terrain annäherungsweiſe abzugewinnen, beabſichtigen in den meiſten Fällen die eine Bahnlinie auf mehrerlei Wegen aufzuſuchenden Nivellements und Vermeſſungen, und in beiden Fällen führt der vergleichende Koſtenanſchlag zur Annahme einer beſtimmten Trace, in Bezug auf eine gegebene Betriebswirkſamkeit. —

Große und viele Abweichungen von der geraden Linie wirken auf die Anlagskoſten wie die vermehrte Länge; denn wenn durch die Herſtellung einer geraden Linie von etwa 5 Meilen Länge bei gleichen Neigungsverhältniſſen nicht bedeutend mehr Ausgaben verurſacht werden, als durch eine durch Krümmungen vermehrte Länge von etwa 6 Meilen, ſo liegt der Vortheil ſowohl in Anlage als Betrieb unbedingt auf der Seite der geraden Linie. Wir finden daher die Angaben eines geringen Anſteigens im Profile und eines großen Krümmungshalbmeſſers in allen Berichten über Eiſenbahnanlagen mit Recht als die beſonderen Tugenden einer resp. Linie hervorgehoben, und es muß das Beſtreben jeder Vermeſſung ſeyn, dieſe zu erlangen, wenn namentlich ein ſchnelles Tranſit des Verkehrs durch Locomotiven beabſichtigt wird.

So lange die Eigenſchaften der Eiſenbahnkrümmungen noch nicht gehörig verſtanden waren, finden wir daher immer

Digitized by Google

bei ihren Anlagen zu wenig Rückſicht auf den Betrieb, und zu viel auf die erſten Anlagskoſten genommen, ſo daß das Alignement ſolcher Bahnen von dem einer Chauſſee wenig nnterſchieden war. Auf der andern Seite kann es der Fall ſeyn, daß wiederum zu viel Koſten auf Herſtellung gerader Linien oder großer Krümmungshalbmeſſer verwendet werden, wo dieſe Ausgaben weder von dem Verkehrsquantum noch von der Gleichmäßigkeit des allgemeinen Alignements gerechtfertigt ſind.

Die Vortheile der Anwendung von Krümmungen zu dem erwähnten Grade einer Totalverlängerung der Linie um eine oder mehrere Meilen Weges, beſtehen augenſcheinlich in der Umgehung koſtbarer Grundanlagen, tiefer Einſchnitte oder hoher Dämme, da wo das Material zu deren Aufſchüttung nicht bei der Hand iſt; in dem rechtwinkligen Ueberſetzen großer Flußbetten ꝛc. Ihre Nachtheile liegen hauptſächlich im Widerſtande der Reibung, welchen die Felgen und Radkränze der Bahntransporträder mit ihren parallel und unveränderlich geſtellten Radachſen beim Hinſchleifen an der äußern Schiene einer Krümmung finden; in der Gefahr des Steigens der Räder und Herauslaufens vom Gleiſe bei großer Geſchwindigkeit; und in der Abnutzung der Transportmittel, ſo wie der Bahn, welche eine ſtarke Klemmung in und Zwängung durch die Curven nothwendig zur Folge haben muß. — Die Tendenz eines Wagens mit parallel und unveränderlich geſtellten Radachſen, mit der er gegen die Außenſeite einer Curve drückt, vergrößert ſich im Verhältniß des Quadrats der Schnelligkeit der Bewegung des Wagens und des verkleinerten Halbmeters der Krümmung.

Aus Verſuchen wiſſen wir, daß der Widerſtand eines Dampfwagenzuges (bei welchem parallel und unveränderlich geſtellte Radachſen, 8 Fuß engl. von einander abſtehend, und 3 Fuß hohe Räder angewendet wurden) von 2000 Ctr. Gewicht mit einer Geſchwindigkeit von circa 10 deutſcheu Meilen per Stunde durch eine horizontal liegende Krümmung von 2000 Ellen Dresdener Halbmeſſer gehend, 4,65 Pfd. per Ctr.

beträgt, oder für die ganze Ladung 9300 Pfd. — Bei einer Geſchwindigkeit von 8 Meilen per Stunde und derſelben Ladung = 2,85 Pfd. per Centner oder für die ganze Ladung = 5700 Pfund. — Bei einer Geſchwindigkeit von 7 Meilen per Stunde mit derſelben Ladung = 2,3 Pfd. per Ctr., oder für die ganze Ladung = 4600 Pfd. — Bei einer Geſchwindigkeit von 6 Meilen per Stunde = 1,65 Pfd. per Ctr., oder für die ganze Ladung 3300 Pfd.; welcher Widerſtand auf die beiden auswärts gegen die Curve drückenden Räder jedes Wagens ausgeübt wird. — Durch die Verſuche, welche der Ingenieur Knight auf der Baltimor-Ohio-Bahn anſtellte, ergab ſich der Widerſtand einer Krümmung von 400 Fuß engl. Halbmeſſer = 5 Pfd. per Tonne oder 20 Ctr. — Bei einer Curve von 1000 Fuß Halbmeſſer = 1 Pfd. per 20 Ctr. — Bei dieſen Verſuchen hatten die Räder 30 Zoll. engl. im Durchmeſſer und ſtanden 40 Zoll weit zwiſchen den Achſen auseinander. — Das Ergebniß derartiger Verſuche wird daher mit der Conſtruktion der angewendeten Fuhrwerke verſchieden ſeyn, und hängt im Allgemeinen ab:

a) von dem Durchmeſſer der Räder,
b) von der Entfernung der Radachſen von einander,
c) von der Schnelligkeit des Durchganges,
d) von dem Niveauverhältniß, in welchem die Krümmung liegt, und
e) von der Beſchaffenheit der Schienen. —

Bei Eiſenbahnen, welche die größten Raddurchmeſſer und am weiteſten auseinander gelegte Radachſen anwenden, wird folglich der Widerſtand bei gleichen Krümmungshalbmeſſern der größte ſeyn, und es hängt in dieſem Bezuge für den Betrieb die ganze Conſtruktionsart der Transportmittel von der Anlage des Krümmungsalignements ab. — Bei der Baltimor-Ohio-Bahn, deren Krümmungsbetrag ſehr bedeutend iſt, finden wir, wie bei den meiſten Bahnen, im Innern der Vereinigten Staaten, daher allemal für die Transportwagen kleine Räder mit mehr aneinander liegenden Achſen angewendet.

Digitized by Google

Um das Steigen und Herauslaufen der Räder vom Glaiſe zu verhüten, und bei größeren Geſchwindigkeiten die Lage des Schwerpunctes der Centrifugalkraft zu unterſtützen, legt man die äußere Schiene der Krümmung ſtets höher als die innere. — Die coniſchen Radfelgen werden angewendet, damit ſich das Rad nach der Verſchiedenheit der Peripherien der äußern und innern Schienen leichter ajuſtiren könne, indem in der Curve natürlich die beiden Außenräder einen größeren Raum zu durchlaufen haben, als die innern. Da jedoch dieſes Hülfsmittel für **kleine** Curven halbmeſſer nicht hinreichend iſt, ſo richtete der Franzoſe **Laignel** in neuerer Zeit die Radperipherien ſo vor, daß ſie zur Vergrößerung des Conus auch mit ihren Spurkränzen auf der äußern Schiene laufen konnten. Ob nun gleich unſtreitbar hierdurch für kleine Curven viel gewonnen iſt, ſo löst **Laignel** doch die Aufgabe nicht für jede Entfernung der Radachſen, für jeden Halbmeſſer und für jede Geſchwindigkeit, welche gleichzeitig auf ein und derſelben Bahn vorkommen werden, und es iſt dieſem daher das von den Amerikanern jetzt allgemein ausgeführte Mittel, die Vorräder um einen Schloßnagel drehen zu laſſen, vorzuziehen; wenn es ganz mit Sicherheit und Stabilität der Conſtruction vereinbart werden kann. Zudem möchte man von der Anwendung coniſcher Räder für eine Bahn, welche einen viel größern Betrag gerader Linien, als Krümmungen beſitzt, ſagen, daß ſie aus dem Regen in die Traufe führt, denn während der Conus mit größerer Leichtigkeit durch die wenigeren Curven einer Bahn hilft, verurſacht er auf den viel längern geradlinigen Strecken derſelben bei jeder geringſten Unregelmäßigkeit der Schienenlage ein ſtetes Oscilliren der Wagen, eine ſchlangenförmige Bewegung, welche fortwährende Seitenſtöße hervorbringt und Schienen ſowohl wie Räder und Wagengeſtelle ruinirt, nächſtdem, daß er dabei einen mechaniſchen Widerſtand creirt, welchen die gerade Linie hauptſächlich zu beſeitigen beabſichtigt. —

Der Effect der amerikaniſchen gelenkigen Wagen in ganz kleinen Curven iſt auffallend, und durch Verſuche auf der

Baltimore-Ohio-Bahn auf Zahlen reducirt worden. Man fand dort, daß der Widerſtand der Reibung in einer horizontalen Krümmung von 400 engl. Fuß Halbmeſſer, mit parallelen feſten Achſen, dem der Schwerkraft und Reibung des Wagens einer geraden Linie von der Steigung von 1 in 356 gleichkam; während unter übrigens gleichen Verhältniſſen der mit Schloßnagel verſehene Wagen nur einen Widerſtand verurſachte, wie ihn die Schwerkraft und Reibung einer anſteigenden Bahn von 1 in 1418 hervorbringt. — Die Leipzig-Dresdener Eiſenbahn beſitzt einen in Baltimore gefertigten Wagen, welcher 96 Perſonen auf 8 Räder vertheilt, von denen letzteren je 4 zu 4 ſo nahe aneinander liegen, daß nur die Bremſen für den Gebrauch des Hüters Spielraum behalten. Jedes Paar Achſen dreht ſich um einen Schloßnagel, und es liegen die innern Achſen 19 engl. Fuß weit auseinander. Dieſer Wagen durchläuft die im Leipziger Bahnhofe liegende Curve von 700 Ellen ſächſiſchem Radius bei allen Geſchwindigkeiten mit der größten Leichtigkeit. — Wie wichtig auch zuverläſſige Data über die Abnutzung der Betriebsmittel in den Bahnkrümmungen ſind, ſo hat man doch bis jetzt darüber noch nirgends genaue Ermittlungen eingeleitet, weil es eines Theils ſehr ſchwierig iſt, feſtzuſtellen, welcher Betrag der alltäglich nachgewieſenen Abnutzung der Krümmungen allein zufällt, und andern Theils der beſondere Zuſtand der Fuhrwerke wie der Schienenlage ſo einflußreich darauf wirkt, daß ſich ohne ſehr zeitraubende Veranſtaltungen und Vergleichungen nur direkte Reparaturen als etwa das augenſcheinliche Abſchleiſen der Radkränze und Felgen unter allen Umſtänden ſogleich bemerkbar machen. Es iſt jedoch Jeder damit einverſtanden, daß ein beträchtlicher Abnutzungseinfluß der Curven ſtattfindet, und daß aus dieſem Geſichtspunkte betrachtet, ſchwere Krümmungen im Alignement einer Bahn wo möglich vermieden werden müſſen, ſo lange durch mechaniſche Mittel die Conſtruction der Fuhrwerke ſelbſt nicht bis dahin gelungen iſt, daß mit der Leichtigkeit des Durchganges auch die größte Sicherheit des Publikums vereinbart bleibt.

Digitized by Google

Betrachten wir nun die Anlage und Tracirung einer Bahnlinie im Betreff beides, Niveau-Profils und Alignements zuſammen, ſo führt uns wiederum der Maßſtab einer geſuchten Betriebswirkſamkeit auf die Hinweiſung, daß, obgleich auf horizontaler Ebene und gerader Linie bei einem Verkehre, der nach beiden Richtungen gleich groß iſt, die größte Laſt durch eine beſtimmte Kraft fortbewegt werden kann, es jedoch nicht zur Aufgabe geſtellt iſt, eine größte Laſt zu bewegen, ſondern dieß auch beim Betriebe mit dem wenigſten Koſtenaufwande zu bewerkſtelligen. Eine Eiſenbahn iſt ſonach eine Arbeit oder Geld ſparende Maſchine, und der einfachſte Ueberblick gewerblicher Anwendung aller Maſchinen lehrt, daß der Betrag der Arbeit oder Koſten zur Anfertigung des Werkzeuges nicht größer ſeyn darf, als der Betrag der Arbeit und Koſten, welche durch das Werkzeug erſpart werden ſollen. — Es läßt ſich daher nur bis zum Belang dieſes Satzes eine allgemeine Regel für die beſte Anlage und Tracirung eines Eiſenbahn-Tractes aufſtellen. Sie wird im Allgemeinen ſchlecht ſeyn, wenn ſie in der Richtung eines großen Verkehrs ſtarkes Steigungsverhältniß und ſtarke Krümmung auf einen Punct conzentriren muß, und wo das Gegentheil ſtattfindet, iſt ſie ſchlechthin gut. Aber auch ein mehrfach gebrochenes Profil, welches weniger Koſten als die Herſtellung horizontaler Ebenen verurſacht, kann in Bezug auf den oben angeſtellten Grundſatz vorzüglicher ſeyn als dieſe, obgleich zum Betriebe deſſelben mehr Kraftaufwand erfordert wird. Daſſelbe findet Anwendung bei allen übrigen Theilen der Anlage, bei den Brücken, Materialien etc. und warnt vor der Aufopferung des Zweckes zum beſten der Mittel; vor größeren Koſten zur Herſtellung der Maſchine geſpart werden ſollen.

Hierauf bezieht ſich denn nun auch namentlich der Unterſchied zwiſchen engliſchen und amerikaniſchen Eiſenbahnanlagen, welche im Allgemeinen auf unſerm Continente ſo lange als Autoritäten gelten müſſen, bis ſich auch für unſere Reſſoucen ausſchließlich deutſche Prinzipien ansgebildet haben. Herr **Köhler** iſt in dieſem Betreff der Meynung, daß

man zuförderſt mit der Feſtſtellung zweier thatſächlicher Verhältniſſe den Anfang machen muß, und zwar:

1) Der Conſtructionsart der Betriebsmittel zum gegebenen oder herzuſtellenten Profil einer Bahn; damit nicht auf der einen Seite ein Aufwand großer Summen für Beſeitigung des Widerſtandes der Schwerkraft im Profil, durch Annäherung an die horizontale Ebene oder eine Vernachläſſigung deſſelben, ſtattfinde, während anderſeits auf den mechaniſchen Widerſtand, welcher den Betriebsmitteln ſelbſt inhärirt, dieſe Rückſicht nicht genommen wird, oder vice versa; und

2) mit Feſtſtellung der gewerblich für unſere Bedürfniſſe anwendbaren Modificationen der Betriebskraft ſelbſt, im Verhältniß zu einem wahrſcheinlichen Verkehr und zu den dabei nothwendig werdenden erſten Capitalauslagen. — Hierzu finden wir nachſtehend im Texte vielfältig vergleichende Erfahrungen geſammelt, welche beiſpielsweiſe für engliſche Verhältniſſe das Prinzip feſtſtellen, auf welches wir hindeuten.

Für kleine Bahnſtrecken entlehnen wir in Deutſchland bereits aus den Erfahrungen der Nürnberg-Fürther-Bahn die nöthigen Nachweiſe über den Nutzeffect der Pferde-Betriebskraft mit Dampfkraft in Parallele geſtellt und einem gemiſchten Verkehr angepaßt. Welche Betriebskraft oder Modifikation derſelben iſt aber für lange Bahnſtrecken die gewerblich ergiebigſte und zugleich unſern Bedürfniſſe am angemeſſenſten? —

Bahnbetriebsmittel.

Aus dem Beiſpiele des bereits dreimaligen Wechſels der Conſtruktionsart des Liverpool-Mancheſter-Oberbaues können wir leicht auf die Wichtigkeit der Schienen-Conſtruktionsart für die Betriebsmittel, und wiederum dieſer für den Betrieb ſelbſt ſchließen. Sey es auch, daß der immer mehr ſteigende Verkehr jener Bahn die größeren Verſtärkungen der Schienen nöthig machte, und die jedesmalige neue Abänderung auch bezahlte; ſo dürfte es doch unſern kontinentalen

Eiſenbahnen nicht eben ſo leicht werden, dergleichen öftere Veränderungen zu bewerkſtelligen.

Es liegt wohl daher am Tage, daß wir bei weitem mehr Grund und Veranlaſſung haben, uns von vorn herein nach einer für den vorauszuſehenden Zweck kompetenten Conſtruktionsart des Oberbaues und Capacität der Betriebsmittel umzuſehen. Leider haben ſich, ſelbſt unter gleichlautenden Bedingungen, die Ingenieure über dieſen Punkt noch am allerwenigſten vereinigen wollen, und verfahren troß der vielfältig wiſſenſchaftlichen Lehren und Erfahrungen hierüber, immer noch mit großer Hartnäckigkeit für individuelle Anſichten. Der Beweggrund hiervon mag wohl verzeihlich ſeyn, wenn er in der Wahrheit individueller Erfahrungen liegt; es iſt aber für die Ausſicht auf exact wiſſenſchaftliche Erörterung eine ſchlimme Thatſache, wenn wir jeßt noch faſt ſagen möchten, daß es eben ſo viele Oberbau- und namentlich Schienen-Conſtruktionsarten gibt, als Ingenieure, welche Bahnen gebauet, oder auch nur projektirt haben. Jeder beharrt dabei, daß die ſeinige, oder von ihm angewendete, die beſte ſey, und bezieht ſich zugleich auf dieſelben allgemein feſtgeſtellten Erforderniſſe jeder Schienenbahn. —

Dieſe Erforderniſſe ſind: 1) daß die Bahn an Stärke dem darüber gehenden Gewichte der Locomotiven, alſo der mit einem Zuge fortbewegten Betriebslaſt, welche das Gewicht der Locomotiven beſtimmt, angemeſſen ſey; 2) daß ſie für eine gegebene Geſchwindigkeit des Zuges hinlänglich ſtark ſey; und 3) daß unvermeidlich eintretende Unregelmäßigkeiten auf das Billigſte und Leichteſte korrigirt werden können. —

Hierzu gehört: a) daß die Bahn für ein gegebenes Tranſitgewicht ſo wenig wie möglich koſtſpielig hergeſtellt werde; b) daß ſie hinreichend feſt ſey; und c) eine fortlaufend genaue Oberfläche darbiete. — Der Einfluß der beiden letzten Bedingungen auf den Betrieb mit einer großen Geſchwindigkeit iſt hauptſächlich betrachtenswerth und Herrn Oberbergrath Henſchel in Caſſel bemerkt hierüber ſehr richtig: „Bewegt ſich z. B. ein Wagenzug das eine Mal mit

4 Fuß, das andere Mal mit 40 Fuß Geſchwindigkeit in einer Sekunde, ſo ſind im letztern Falle nicht nur 10 Mal ſo viel Unebenheiten zu überſteigen, ſondern jede dieſer Unebenheiten iſt beziehungsweiſe auch als 10 Mal ſteiler zu betrachten, indem ſich alle in derſelben Zeiteinheit konzentriren. Die Erſchütterungen wachſen daher mit der Geſchwindigkeit in einer ſehr ſteigenden Progreſſion und erfordern ſomit auch eine dazu hinreichende Feſtigkeit der Schienen.“ —

Wie nun bei einer nicht hinreichenden Stabilität des Oberbaues für ein zum Betriebe nothwendiges Gewicht der Locomotiven und eine gegebene Geſchwindigkeit, die Reparaturen der Bahn ſelbſt ſich nach und nach bis ins Unüberſehbare vermehren müſſen, ſo wirkt der jedesmalige Zuſtand der Schienenwege durch ihre Reparatur-Bedürftigkeit ebenfalls auf die Betriebsmittel zerſtörend zurück, und eine den oben aufgeſtellten Erforderniſſen nicht entſprechende Bahn wird daher einem, in allen mechaniſchen Theilen des Betriebes nagender Krebsſchaden zu vergleichen ſeyn, welcher durch die Koſten der Unterhaltung alle Betriebskräfte und Werkzeuge ergreift. Die bisher ausgeführten Conſtructionsarten der Bahnen laſſen ſich im Allgemeinen nach drei Gattungen aufſtellen:

1) Holzbahn mit ſchwachen Eiſenſchienen,
2) Steinbahn mit dergl.
3) Starke Eiſenſchienen.

Wo Holzmaterial ſehr billig iſt, läßt ſich der Zweckmäſſigkeit der erſtern Gattung nichts Techniſches entgegenſtellen, als daß ſie etwas mehr Aufmerkſamkeit bei ihrer Unterhaltung als die ſogenannte maſſive Bahn erfordert, (wenn namentlich das vergängliche Material beginnt alt zu werden); das ſie für Maſchinerie und Wagen, durch geringere Elaſticität, alſo einen größern Grad der Erſchütterung nachtheiliger wirkt; auch wohl ſchweren Maſchinen, durch ein in Praxi unvermeidliches momentanes Biegen ſchwacher Eiſenbahnen in vertikaler Richtung, weniger Steifigkeit, und folglich mehr Widerſtand der Unebenheit entgegenſtellt. Eine für die Un-

terhaltung zweckmäßigſte Bauart dieſer Gattung iſt kürzlich im Staate New York mit auffallend wenigem Koſtenaufwande ausgeführt worden, welche in England Herr **Brunell** ebenfalls für die Great-Weſtern-Bahn benutzt hat. Man gebraucht dabei nicht eine kleine transportable Dampfmaſchine, welche in der Höhe des Bahnniveaus angemeſſenen Entfernungen, Pfähle in den natürlichen Boden eintreibt, und ſie in der verlangten Höhe abſchnitt, welche verfüllt wurde, und worauf ſodann die Langſchwellen geplattet wurden. Der Widerhalt ſolcher Pillotage gegen Bahnſenkungen iſt augenſcheinlich, ſo wie die ſpätere Erſparniß an darauf Bezug habenden Reparaturkoſten.

Steinerne fortlaufende Unterlagen anſtatt des Holzes ſind bei einer verſuchsweiſe für die Camden-Amboy Bahn zwiſchen New-York und Philadelphia, und für die Columbia-Bahn gelegten Strecke mit ſchlechtem Erfolge angewendet worden. Die Erſchütterungen waren ſo bedeutend und ſo zerſtörend für die Maſchinerie, daß die Locomotivführer dieſe Strecke der erſtgenannten Bahn nur langſam befahren durften.

Es behalten ſonach die ſtarken eiſernen Bahnen für den Betrieb den Vorzug, da man ihnen bei einer genauen Aufrechthaltung der regelrechten Oberfläche jene Vorwürfe mit Bezug auf angewandte Locomotivkraft nicht machen kann.

Etwas, wenn auch nicht ganz anders würde ſich das Verhältniß bei Benutzung von Pferdekraft herausſtellen. — Bei Anwendung von ſtarken eiſernen Schienen haben wir hauptſächlich auf die Art ihrer Befeſtigung aufmerkſam zu machen dieſe wird bis jetzt entweder durch untergelegte Stühle (chairs) bewirkt, oder durch direkte Befeſtigung an den Grundbau der Schienenlage. Im erſten Falle haben die Schienen eine den Regeln der Eiſenvertheilung für Tragbarkeit angemeſſenere Form als im letzten, bei welchem unbedingt eine Eiſenverſchwendung durch ihre nutzloſe breite Baſis ſtattfindet. Wir ſind jedoch aus Betriebserfahrungen zu dem Reſultat gelangt, daß ſich die breitbaſigen eiſernen Schienen 1) mit bei weitem weniger Arbeit legen laſſen als die Kan-

tenſchienen mit Stühlen; 2) feſter und genauer liegen und daher 3) einer aufmerkſamen Nachhülfe der Unterhaltung bei weitem weniger bedürfen als die Stuhlſchienen. —

Ein auffallendes Beiſpiel von den bedeutenden Unterhaltungskoſten der Kantenſchienen mit chairs und Steinblockunterlagen hat die Liverpooler-Bahn gegeben, und die ganz neuen Erfahrungen der Leipzig-Dresdener Bahn ſtellen die Verhältniſſe der Unterhaltungskoſten von dreierlei Arten eines auf kurze Strecken angewendeten Oberbaues in ein ſehr lehrreiches Licht. — Es verhielten ſich nämlich ungefähr während der letzten 6 Monate in 1838 daſelbſt die Unterhaltungskoſten von einer ſächſiſchen Meile Länge-Bahn mit breitbaſigen Schienen zu 50 Pfd. per Yard Gewicht, zu denen der Holzbahn mit Plattſchienen von 23 Pfd. per Yard Gewicht, (und auf Langſchwellen von 6 × 9 Zoll aufgenagelt) und zu denen der Kantenſchienen von 43 Pfd. per Yard mit Stühlen: wie 1 : 1¼ : 1⅓. — Zehn Meilen dieſer Bahn haben breitbaſige Schienen, 1¾ Meile iſt Holzbahn und ¾ Meilen Stuhlſchienen. Das Gewicht der angewendeten Maſchinen beträgt 160 und 180 Ctr.

In Betreff der nothwendigen Stabilität der jetzt am meiſten üblichen Arten des Oberbaues, für das Gewicht der darüber gehenden Maſchinen, und zur Vermeidung unverhältnißmäßig großer Unterhaltungskoſten, läßt ſich annehmen, daß hier ein Gewicht der Locomotiven von 6 Tonnen engl. oder 120 Ctr. bei einer mittlern Geſchwindigkeit von 5 deutſchen Meilen in der Stunde, für Holzbahn mit 6 × 9 zölligen Langſchwellen: eine ½ zöllige Stärke der Plattſchienen mit 2 Zoll Breite nöthig iſt. — Für 140 Ctr. ſchwere Maſchinen, 1 Zoll Stärke der Plattſchienen, bei 6 × 9 Zoll Holz; für 160 bis 180 Ctr. ſchwere Maſchinen 1¼ Zoll Stärke; und für Locomotiven von 180 bis 220 Ctr. Gewicht, 1½ Zoll ſtarke Plattſchienen, von 2 Zoll Breite und mit 6 × 10 Zoll Holz; wobei angenommen iſt, daß die Unterlagen oder Querſchwellen 3 Fuß von Mittel zu Mittel weit

auseinander liegen, obgleich bei der hier in Rede ſtehenden Art des Oberbaues dieſe rein empiriſchen Angaben ſich mehr auf das Auswalzen der Schienen unter der darüber gehenden Laſt, als auf die Tragbarkeit der Conſtruction beziehen. — Für Kantenſchienen mit Stühlen wird bei Anwendung von 120 Ctrn. Maſchinen ein Gewicht von 30 bis 35 Pfd. per Yard, bei obigen Verhältniſſen der longitudinalen Unterſtützung hinlänglich für Tragbarkeit ſeyn. Für Maſchinen von 140 bis 160 Ctr. = 40 bis 50 Pfd. per Yard, bei einer mittlern Geſchwindigkeit von 5 deutſchen Meilen in der Stunde. — Für das Gewicht von 180 bis 200 Ctr. der Locomotiven = 55 bis 65 Pfd. per Yard. Für 220 bis 240 Ctr. = 65 bis 75 Pfd. per Yard für die obigen Verhältniſſe. Daß mit dem Gewicht der Schienen auch das der Stühle wachſen muß, iſt offenbar, ſo wie auch, daß das Verhältniß der obigen auf Unterhaltungskoſten bezüglichen, rein empiriſchen Angaben ſich ändert, ſobald es local vortheilhafter wird, die Tragkraft der Schienen durch näher aneinander gelegte Unterſtützungspunkte zu erhöhen. — Für breitbaſige Schienen: 120 Ctr. ſchwere Maſchinen = 40 Pfd. per Yard; — 140 bis 160 Ctr. ſchwere Maſchinen = 50 bis 60 Pfd. per Yard Schienen; — 180 bis 200 Ctr. ſchwere Maſchinen = 65 bis 70 Pfd. per Yard Schienen; 220 bis 240 Ctr. ſchwere Maſchinen = 75 bis 80 Pfd. per Yard Schienen. — Die auf der Leipzig-Dresdener Bahn angewendeten und für 160 bis 180 Ctr. ſchwere Locomotiven berechneten breitbaſigen Schienen wiegen nur 50 Pfd. per Yard, weil die Mehrausgabe des Holzes für eine Zuſammenrückung der Unterſtützungs-Grundſchwellen bis auf 2 Fuß von einander, billiger zu ſtehen kam, als eine Verſtärkung des Eiſens der Schiene ſelbſt, zu 3 Fuß und weiter von einander liegenden Unterſtützungspunkten. Uebrigens nimmt auch bei einem Gewichte der Schienen von 65 bis 80 Pfund auf das Yard, und bei einem mit dieſem Gewicht proportionirten Höhenverhältniſſe ihres Querſchnittes, die Steifigkeit in ſolchem Maße wiederum zu, daß dafür 5- und 6 füßige Zwiſchenräume der Unterſtützun-

Digitized by Google

gen für 180 bis 200 Ctr. ſchwere Maſchinen zu den meiſten Verkehrsverhältniſſen genügend ſind.

Für Anwendung von Pferdekraft kann der Oberbau ſehr ſchwach conſtruirt ſeyn, da er durchſchnittlich nur ein Bruttogewicht von etwa 100 bis 120 Ctr. auf 4 Räder vertheilt, abzuhalten hat. — Da nun das Gewicht und die Stärke der Schienen, von dem der anzuwendenden Transportmittel, und dieſes wiederum von der Maſſe des Verkehrs oder der Ladung, welche auf ein Mal fortbewegt werden ſoll, abhängig iſt; ſo ergibt ſich die Beſtimmung der Stärke des Oberbaues, wie vorher die der Neigungsverhältniſſe und Krümmungen einer Eiſenbahnanlage: 1) aus dem Quantum eines vorausgeſetzten Verkehrs, und 2) aus den Zeiträumen, in welchen dieſes Quantum umzuſetzen iſt. — Das Quantum dividirt durch die Zeiträume gibt zunächſt das jedesmalige wahrſcheinliche Gewicht eines Zuges. Aus dieſem berechnen wir den nothwendigen Umfang der Transportmittel, folglich das Gewicht derſelben für beſtimmte Neigungsverhältniſſe der Bahn; und durch den Bruttobetrag dieſes Gewichts erfahren wir, für anzuwendende Dampfkraft die dazu erforderliche Schwere der Locomotiven, welche uns zuletzt auf die Schienenconſtruction führt. Zu dem vollſtändigen Gange dieſer Berechnung ſind die Data, für praktiſche Ueberſicht völlig hinreichend, in den vorhergegangenen Blättern und im Haupttexte enthalten. Fragte man aber, ob ein gegebenes umzuſetzendes Gewicht von z. B. 5000 Ctr. täglich vortheilhafter iſt in 10 Abtheilungen oder in 5 Abtheilungen oder Transportzügen fortzuſchaffen, ſo verweiſen wir die Beantwortung dieſer Frage hinſichtlich der dabei vorkommenden Betriebskoſten und Zeiträume ganz auf die commerciellen Rechnungsſätze eines reſp. Bedarfs und Ertrags. Mit alleinigem Bezuge auf Anlage der Bahn erhellet aus dem Vorhergehenden, daß ein am meiſten getheilter Betrieb die wenigſten erſten Anlagskoſten verurſacht, wenn man nicht auf zukünftige Vermehrung des Verkehrs zu rechnen hat.

Ehe wir jedoch weiter gehen, müſſen wir einige der neueſten

Oberbau-Conſtructionen kennen lernen. Unter den verſchiedenen Arten ſtarker, in Stühlen befeſtigter Schienen ſind beſonders die in Fig. 1 Taf. XXVI. im Querſchnitt dargeſtellten als zweckmäßig anerkannt worden. Die hier abgebildeten ſind auf der St. Petersburger Bahn angewendet und das Yard (à 3 Fuß engl.) wiegt 60 Pfund a iſt die Schiene, eine ſogenannte doppelte T und parallele Schiene, deren obere Seite der untern gleich iſt und daher umgewechſelt werden kann. b iſt der Stuhl, c ein gußeiſerner und d ein hölzerner Keil, e die hölzerne Querſchwelle und f die zur Befeſtigung der Stühle auf denſelben dienenden Nägel. Dieſe Holzſchwellen werden in England nach Kyans Methode zubereitet, oder kyaniſirt, welches jedoch ſehr theuer iſt (der Cubicfuß etwa 4 Gg.). Das Verfahren beſteht im Allgemeinen darin, daß das zu präparirende Holz in ein Gefäß von ungefähr 80 Fuß Länge und 4 bis 5 Fuß Breite und Tiefe gelegt und mit einer Auflöſung von Queckſilberſublimat, und zwar 1 Pfd. zu 20 Quart Waſſer vollkommen bedeckt wird. Die Gattung und Stärke des Holzes beſtimmt die Zeit, wie lange es in der Auflöſung bleiben muß.

Steinere Blöcke werden über Eck gelegt, d. h. die eine Diagonale ihrer Oberfläche iſt mit der darauf ruhenden Schienenreihe parallel.

Unter den Schienen die auf eine ununterbrochene Unterlage von quer und darüber liegenden Langſchwellen befeſtigt werden, erwähnen wir hauptſächlich zweier Arten. Fig. 2 zeigt einen Querſchnitt der von dem amerikaniſchen Ingenieur Strickland angewendeten Schienen, zu deren ſicherer Befeſtigung er ſich zur Verbindung der ſchrägen Stöße der Schienen, einer Art Klammern bediente. Das Yard wiegt 40 Pfd.

Eine andere ſehr zweckmäßige Conſtruction, die auf mehreren Bahnen, z. B. auch auf der Braunſchweig-Harzburger mit Beifall angewendet worden iſt, zeigt Fig. 3. Das Yard wiegt 60 Pfd. Die Baſis kann auch, wie bei der Braunſchweiger Bahn, ſchmäler und die Befeſtigung ohne

Digitized by Google

Lochung der Schienen, wie bei Fig. 2 bewirkt ſeyn, welches weit ſparſamer und zweckmäßiger iſt.

Fig. 4 zeigt die bei der Great-Weſtern Bahn in England angewendete Conſtruction und es bedeutet an der Figur: a die bereits befeſtigten Schienen von der Form Fig. 2; b ein eichenes Brett, an der äußern oder ſtarken Seite 1½ Zoll und an der innern Seite 1¼ Zoll dick, bei 8 Zoll breit, welches durch ſeine ſchiefe Ebene eine geneigte Lage der Schiene hervorbringt und folglich eine größere Breite derſelben dem koniſchen Radkranze zum Anhalten darbietet; c Langſchwellen 16 bis 17 Fuß lang und 13 bis 14 Zoll breit; d eiſerne Verbindungsſtangen, deren alle 15 Fuß der Bahnlänge eine angebracht iſt; e Pfähle, 8 Fuß lang, 8 bis 9 Zoll im Durchmeſſer, 15 Fuß von einander entfernt und ſo geſchlagen, daß die der einen Reihe nicht mit denen der andern Reihe korreſpondiren. — Die Schienen ſind auf den Langſchwellen durch 8 Zoll lange Schrauben befeſtigt, welche durch die beiden Backen derſelben gehen und, der Länge der Bahn nach, eine von der andern etwa 18 Zoll entfernt ſind. — Dieſe Conſtructionsweiſe, von der man große Erwartungen hegte, hat jedoch denſelben keineswegs entſprochen. —

Kutſchen und Wagen.

Der Gegenſtand iſt von nicht geringem Intereſſe, wenn wir einerſeits bedenken, daß er ſich bei Bahnen von einiger Ausdehnung auf Anlage eines Capitals von zwei bis dreimal hundert tauſend Thalern bezieht und auf der andern Seite erwägen, daß er es unmittelbar mit der Sicherheit vielleicht mehrerer Hundert Perſonen auf ein Mal zu thun hat. Im Betreff dieſes letzten Bezuges hat man ſich bis jetzt auf dem Continente durchgängig der engliſchen Modelle bedient; es läßt ſich jedoch nicht umgehen, auf das ökonomiſche Verhältniß der engliſchen Bauart zu ihrer Räumlichkeit aufmerkſam zu machen, wobei wir zugleich ſolche Anforderungen berühren müſſen, die ſich theilweiſe auf Verſchiedenheit der Nationali-

täten beziehen. Die engliſchen Paſſagierkutſchen ſind nämlich durchgängig auf eine geringe Perſonenzahl von etwa 24 Sitzen, in abgeſchloſſenen Coup für 6 bis 8 Sitze berechnet, und es hat vor ganz kurzer Zeit die London-Birmingham Bahn für ihre erſten Klaſſen Kutſchen von dieſer Räumlichkeit 420 Pfd. Sterling und für ihre 2te Klaſſe desgl. 370 Pfd. Sterling bezahlt.

Nun ſtehen aber bekanntermaßen große Fuhrwerke gegen die kleinen dadurch im Vortheil, daß ſich bei ihnen ſowohl das Verhältniß des Durchmeſſers der Räder zu dem der Achſen günſtiger zur Verminderung des Reibungsmomentes, als auch das Gewicht des Wagens zu dem der Ladung um ein Bedeutendes vortheilhafter herausſtellt; eben ſo können wir nachweiſen, daß ein Perſonenwagen zur vollkommenen Sicherheit für das fahrende Publikum mit einer Capacität von 40 Sitzen eben ſo billig hergeſtellt werden kann, als einer nach engliſchem Arrangement mit 24 Sitzen, ohne daß die Unterhaltungskoſten des erſten ſich vergrößern. Geſetzt nun, daß nach engliſchen Preiſen ein Betriebsbedarf von 125 vier und zwanzigſitzigen Kutſchen ein Anlagskapital von durchſchnittlich 350000 Thaler erforderte, ſo verlangte dieſelbe Räumlichkeit der vierſitzigen nur einen Betriebsbedarf von 75 Kutſchen, folglich von 210000 Thalern, wodurch auf der Stelle eine Erſparniß von 140000 Thalern eintritt.

Von den Amerikanern wird dieſes Rechnungsexempel auf Koſten der Bequemlichkeit der Transportmittel jedoch wiederum dadurch verändert, daß ſie ihren Kutſchen, die 80 bis 90 Perſonen faſſen könnten, nur eine Ladung von 50 bis 60 geben, damit man von einem Ende des Zuges bis zum andern gehen kann, wie auf einem Dampfboote. — Es liegt daher im engliſchen ſowohl als amerikaniſchen Arrangement nur Nationelles. Der Engländer iſolirt gern ſeine Perſon; der Amerikaner läßt auch die Gelegenheit einer Reiſe nicht unbenutzt, um ſein Geſchäft oder ſeine politiſche Partei populär zu machen, und will nach Belieben ſich ausbreiten oder iſoliren können: und ſo wird man im Verlaufe mehrerer Jahre

gewiß auch auf dem Continente mit ganz anderen Eiſenbahn-Convenienzen als in England oder in Amerika reiſen, ſich wahrſcheinlich aber auch dabei zugleich von dem Einfluſſe einer oben aufgeſtellten Berechnung leiten laſſen.

Wir beſchreiben hier noch eine an den neuern Transport- beſonders Perſonenwagen angebrachte Einrichtung der Polſter oder Stößer (buffers) und die Verbindung verſchiedener Wagen, welche ſehr zweckmäßig iſt. In Fig. 5 ſtellt a a ein leichtes Geſtell dar, welches aus 2 eiſernen Platten beſteht, die unter einander in einer Entfernung von 3 Zoll verbunden ſind, und mittelſt Träger auf der Mittelachſe ruhen. b iſt eine geſchmiedete Röhre, 3 Zoll im Durchmeſſer, welche ſich über die ganze Länge des Wagens, und an jedem Ende noch 2 Fuß darüber hinaus erſtreckt, und mittelſt Rollen von dem Geſtell aus unterſtützt wird, ſo daß dieſe Röhre ſich in der Länge beliebig und mit Leichtigkeit bewegen kann. An dieſe Röhre iſt, an jedem Ende innerhalb des Wagengeſtelles, eine ſchneckenförmig gewundene Feder e von größtmöglichſter Kraft befeſtigt.

Dieſe gewundenen Federn müſſen 4 Fuß lang und bis auf zwei Fuß zuſammendrückbar ſeyn; die erſte Wirkung der Preſſung muß durch eine Kraft von etwa 20 Pfunden hervorgebracht werden, während die völlige Zuſammenpreſſung eine Kraft von wenigſtens 2 bis 3 Tonnen erfordern muß. Es iſt dabei zu berückſichtigen, daß der völlige Widerſtand der Federbewegung an den Enden des Wagengeſtelles liegt. Die Mitte jeder Hälfte des Geſtelles iſt durch eine ſtarke eiſerne Platte unterſtützt, durch welche die Sperrungsſtangen h h zu den äußeren Winkeln der neben einander liegenden Enden des Geſtelles gehen, folglich nehmen dieſe die ganze Kraft der Feder auf. Jede Feder, ſowohl eines einzelnen Wagens, als des ganzen Wagenzuges, wirkt völlig unabhängig von irgend einer andern, wodurch jede nur den auf ſie fallenden Theil des Widerſtandes des ganzen Wagenzuges zu tragen hat.

Das eine Ende einer jeden dieſer beiden Federn wird an einen ſtarken Anſatz d befeſtigt, welcher mit der Röhre b in

Verbindung ſteht, während das andere Ende an eine kleine eiſerne Büchſe m ſtößt, die in dem Geſtelle a a ſich befindet, und auf einer der oben erwähnten Tragrollen ſteht, zugleich aber auch mit zwei Frictionsrollen gegen die innere Seite des Wagengeſtelles ſich ſtützt. Vor jedem äußerſten Ende der Röhre b b iſt ein Polſter (buffer) f befeſtigt, indem deſſen eiſerne Stange durch die Röhre reicht, und ſie durch Schraubenmuttern, die unter der Oberfläche eingelaſſen ſind, mit dem Polſter verbindet. Hinter jedem Polſterkopf iſt eine Querſtange g, bis zu welcher die Wagen durch Ketten und Haken mit einander vereinigt werden. Dieſe Vorrichtung liegt loſe auf den Achſen und iſt vollkommen unabhängig von dem Wagenkaſten, welcher auf die gewöhnliche Weiſe durch Federn unterſtützt wird. Es ſind ferner lange, vertikale Schlitze in dem Geſtelle vorhanden, durch welche die Polſterröhre geht, welche das Sinken oder Heben des Wagenkaſtens, nach Verhältniß der Schwere, zulaſſen, ohne darum die Höhe der Polſter über der Bahn zu verändern.

Das Spiel dieſer Einrichtung iſt folgendes: Sobald der Dampfwagen bis an die Querſtange gebracht worden iſt, und in Bewegung kommt, zieht derſelbe die Mittelröhre b vorwärts, wodurch die Federn e zwiſchen dem Anſatz oder der Schulter d und der Büchſe m, welche gegen das Ende des Wagengeſtelles ſich ſtützt, zuſammengepreßt werden, ohne indeß den Wagen ſelbſt eher zu bewegen, als bis die elaſtiſche Kraft der Feder hinreichend wird, den Widerſtand, welchen die Friction des Wagens und deſſen Ladung ausübt, zu überwinden.

Der Wagen beginnt dann, ſich langſam ſo vorwärts zu bewegen, daß die darin ſitzenden Perſonen es kaum bemerken können, der zweite und jeder folgende Wagen des Zuges wird auf dieſelbe Weiſe aus ſeinem früheren Stillſtande in Bewegung übergehen. In dem Falle, daß ein Wagen auf den andern läuft, findet der Widerſtand von der vordern Seite her ſtatt. Das Streben des hintern Wagens, die Röhre b am vordern vorwärts zu ſchieben, preßt die Federn

an dem, dem Drucke entgegengeſetzten Ende, dieſe wirken nach Verhältniß ihrer Stärke entgegen, und der Wagen wird nur eine ſehr unbedeutende Erſchütterung empfinden, und ſtillſtehen, bis die eigenthümliche Elaſticität die Zuſammmenpreßung überwindet, worauf ſich der Wagen dann zu bewegen anfängt.

Dampfwagen oder Locomotiven

bilden einen der wichtigſten Gegenſtände in einem Werke über Eiſenbahnen, weshalb wir auch dieſe Nachträge mit einigen Bemerkungen darüber beſchließen.

Man bringt auf großen Bahnen gewöhnlich die zu benutzenden Locomotiven in zwei verſchiedene Klaſſen. Die erſte Klaſſe bilden die vorzugsweiſe für Perſonentransport beſtimmten Locomotiven, welche bei etwa 12 Zoll Cylinderweite und 18 Zoll Kolbenhub und einer Geſchwindigkeit von 30 engl. Meilen ($4^3/_4$ deutſchen) per Stunde, etwa 75 Tonnen Bruttolaſt transportiren können. Die zweite Klaſſe hingegen iſt eigentlich nur für den Waarentransport berechnet, und kann 100 bis 140 Tonnen Bruttolaſt auf einer horizontalen Bahn, mit einer Geſchwindigkeit von 12 — 15 Meilen per Stunde, befördern. Die Cylinder der hierher zu rechnenden Locomotiven haben einen Durchmeſſer von 12 bis 14 Zoll und 16 bis 18 Zoll Kolbenhub, die ganze Maſchine aber circa 12 Tonnen Schwere. Bei beiden wird mit 50 Pfd. Dampfpreßung auf den Quadratzoll im Keſſel gearbeitet. Bei der zweiten Klaſſe Locomotiven ſind vier Treibräder von gleichem Durchmeſſer, und außerdem zwei kleinere, als Tragräder dienend, angebracht. Von den vier Treibrädern ſind je 2 und 2 auſſerhalb mittelſt eiſerner Zugſtangen gekuppelt.

Die Munitions- oder Waſſerwagen ſind für beide Klaſſen ziemlich gleich, und groß genug, um Waſſer und Brennmaterial für 20 engl. Meilen einzunehmen, halten daher circa 700 Gallon oder 2247,4 öſterreichiſche Maß Waſſer. Die Quantität von Coaks wird gewöhnlich, wenn gleich nur $^1/_3$ Pfd. pro Tonne der zu transportirenden Laſt und pro Meile engl. nöthig iſt, wegen Verluſt an Zeit u. ſ. w. mit $^1/_2$ Pfd.

pro Tonne und Meile in Anſchlag gebracht, weshalb man das Brennmaterial für die obengenannte Entfernung auf ungefähr eine Tonne Laſt anſchlagen muß, wonach alſo das Geſammtgewicht des gefüllten Munitionswagens ungefähr 6 Tonnen beträgt. Früher wendete man überall, mit wenigen Ausnahmen Locomotiven mit 4 Rädern an. Zwei derſelben waren Triebräder und mit dem andern Paare entweder gekuppelt, oder jedes Paar wirkte ſelbſtſtändig für ſich. Die Triebräder hatten eine doppeltkurbige Achſe und Spurkränze und hielten, mit dem andern Räderpaar zuſammen, den Dampfwagen in der Spur, welche durch die Bahnſchienen vorgezeichnet war.

Dieſe Conſtruction hat jedoch viele Nachtheile, indem dieſe Doppelkurbeln, bei der heftigen Reibung der Spurkränze gegen die Schienen, beſonders bei Ausweichungen und Krümmungen, überhaupt bei jeder Unregelmäßigkeit und Unebenheit in der Lage der Schienen, leichter zerbrochen oder doch mindeſtens in ihrer richtigen Lage geſtört wurden, als die geraden Achſen. Es iſt nämlich erwieſen, daß gerade an den oben angeführten Stellen der Dampfwagen immer ſehr geneigt iſt, von den Schienen abzulaufen, welches eben durch den Spurkranz vermieden werden ſoll. Berückſichtigt man nun, daß das große Gewicht des Wagens und das mechaniſche Moment der bewegenden Theile an dem Umfange des Rades, alſo einen unbiegſamen Hebel, und zwar an deſſen äußerſten Enden wirkt, und ſeinen Wirkungspunct im Angriffspuncte der Kurbel findet, ſo wird die Leichtigkeit eines Bruches oder wenigſtens einer Biegung derſelben Augenfällig.

Jede auch die kleinſte Seitenverbiegung der Kurbelachſe muß nun aber, indem das Rad aus ſeiner rechtwinkeligen Stellung zu den Bahnſchienen gebracht wird, eine heftige, wellenförmige oder ſchwankende Bewegung des ganzen Dampfwagens, ſeitwärts längs der Schiene, erzeugen, wodurch die Solidität des Wagens und der Bahn auf das Aeußerſte gefährdet wird.

Um dieſen Uebelſtand zu vermeiden, und noch andere weſentliche Vortheile zu erlangen, ſicherte ſich R. Stephen-

Digitized by Google

ſon, mittelſt Patent vom 7. Oktbr. 1833 folgende Verbeſſerungen ſeiner Dampfwagen, bei denen er eine Spurweite von 4'8½ zum Grunde legte.

Er nahm den Triebrädern die Spurkränze, und brachte ein drittes Räderpaar an, indem er die 6 Fuß hohen Triebräder ungefähr in die Mitte zwiſchen die beiden kleineren Räderpaare ſtellte. Letztere beſtimmte er dazu, den Wagen in der Spur zu erhalten, während die Triebräder allein die Fortbewegung erzeugen, alle 3 Paar zuſammen aber die geſammte Maſchine tragen ſollten. Die Achſen der zwei Paar kleineren Räder ſind gerade, und daher dem oben angeführten nachtheiligen Einfluße der Reibung bei Krümmungen und ſonſtigen Unregelmäſſigkeiten, weniger ausgeſetzt, wie aus einfachen mechaniſchen Prinzipien hervorgeht.

Außerdem erreichte Stephenſon durch dieſe Conſtruction noch andere Vortheile.

Durch das neu hinzukommende, dritte Räderpaar nämlich erhielt die ganze Maſſe mehr Stabilität und eine beſſere Unterſtützung, mithin wurde es möglich, dem Dampfkeſſel eine größere Ausdehnung und mehr Stärke zu geben, wodurch, neben einer reichlicheren Dampferzeugnng, auch ein minderſchnelles Ausbrennen des Keſſels erreicht wird. So vermögen auch, da dieſem dritten Räderpaare, auf gleiche Weiſe wie den beiden übrigen, Tragfedern gegeben ſind, alle ſechs Federn znſammengenommen, die nun zweckmäſſiger vertheilte Laſt der Dampfmaſchine viel beſſer zu tragen, und verringern zugleich die Stöße und Erſchütterungen, welche aus Unebenheiten und Unreinheit der Bahn entſtehen. Das relative Gewicht, oder der Theil des ganzen Gewichts der Dampfmaſchine, welcher von jedem einzelnen der 3 Räderpaare getragen wird, iſt ausgemittelt und darnach die Stärke und die Stellung der Federn über den verſchiedenen Räderpaaren regulirt. Dabei ſind jedoch die Haupt- oder Triebräder, welche durch das Spiel der Maſchine in Bewegung geſetzt werden, unter allen Umſtänden mit ſo viel von dem Geſammtgewichte der Dampfmaſchine belaſtet, als nöthig iſt, um die zum Forttreiben

erforderliche Adhäſion der Räder an den Schienen zu erzeugen, und das Schleifen auf denſelben zu verhindern.

Je größer der Flächenraum des Dampfkeſſels iſt, um ſo mehr Theile, z. B. eine größere Anzahl von Siederöhren, werden den Einwirkungen der Hitze ausgeſetzt.

Auf dieſe Weiſe vertheilt und vermindert ſich der, dem Metall ſo ſchädliche, übermäßige Hitzegrad, und deſſen nachtheiliger Einfluß wird weniger bemerkbar. Dieſe verminderte Heftigkeit des Feuers wirkt auch noch auf einer andern Seite vortheilhaft, indem der Strahl des überflüſſigen Dampfes, welcher in den Schornſtein geleitet wird, um einen möglichſt ſtarken Luftzug darin zu erzeugen und ſo die beſſere Verbrennung des Feuerungs-Materials zu befördern, nun minder heftig zu ſeyn braucht, welches dann wiederum ein freieres Ausſtrömen des überflüſſigen Dampfes aus dem operirenden Cylinder zuläßt, als dieß bei kleineren Dampfkeſſeln geſchehen kann, bei welchen ein höherer Hitzegrad und eine ſchnellere Dampferzeugung unerläßliche Bedingungen ſind, um die nöthige Kraft zu erlangen.

Die bei den neuen Locomotiven eingeführte Lage der Cylinder machte es möglich, dieſelben mittelſt der aus den Zugröhren ſtrömenden Luft zu erwärmen, und auf ſolche Art eine Erſparniß an Brennmaterial herbeizuführen; dagegen aber führte die horizontale Stellung derſelben, wiewohl es dadurch möglich wurde, die Krummzapfen jetzt an den Achſen der Triebräder, ſtatt, wie früher, an den Speichen derſelben anzubringen, wodurch allerdings einige Vortheile in der Conſtruction herbeigeführt wurden, dennoch den Nachtheil herbei, daß die Achſen, bei der geringſten Unrichtigkeit oder Verbiegung, unbrauchbar wurden, und dann eine koſtſpielige und mühſame Reparatur oder gänzliche Erneuerung nöthig wurde.

Im Ganzen wird durch die hier aufgeführten Verbeſſerungen jedenfalls eine vermehrte Geſchwindigkeit und Zugkraft eben ſo wohl, als auch eine größere Dauer der Maſchiene und der Bahn, zugleich mit Erſparung an Brennmaterial erzielt; indeſſen hat doch die neue Einrichtung den bedeuten-

Digitized by Google

den Nachtheil, daß die Maſchinen während des Gebrauchs dem Auge des leitenden Maſchiniſten entzogen, und jede Reparatur ungemein erſchwert wird. Aus dieſem Grunde werden auch ungeachtet der mannichfaltigen Verbeſſerungen, immer noch von anderen Maſchiniſten viele Dampfwagen nach der früheren Methode, auf 4 Räder ruhend, conſtruirt.

Der Hauptzweck der oben beſchriebenen Maſchine, deren Schwere von 8 bis 11 Tonnen variirt, und welche bei 11 bis 12 Zoll Cylinder-Durchmeſſer, 16 bis 18 Zoll Kolbenhub hat, iſt die Beförderung von Perſonen und zwar mit einer Bruttolaſt von 50 bis 80 Tonnen, auf einer durchſchnittlich mit einem Neigungsverhältniſſe von 1 zu 1000 erbauten Bahn, und mit einer Geſchwindigkeit von 25 bis 30 engl. Meilen in der Stunde.

Die Baltimore- und Ohio-Eiſenbahn in Nordamerika ſuchte ſchon früh Locomotiven im eigenen Lande fabriciren zu laſſen und beförderte dieß durch eine Prämie, welche ſie für den beſten amerikaniſchen Dampfwagen ausſetzte.

Die leichte Conſtruction der Bahn, für welche dieſe Wagen beſtimmt waren, namentlich die Anwendung von Flachſchienen auf derſelben, war eine der Haupturſachen, daß man für die erſten Dampfwagen nur ein Gewicht von $3^1/_2$ Tonnen feſtſetzte. In Folge deſſen trat am 1. Juli 1831 der erſte amerikaniſche Dampfwagen aus der Fabrik Phinears Davis und Gartner in York (Penſilvania), ans Licht.

Gleichzeitig lieferte auch Peter Cooper von New York einen Dampfwagen, der jedoch den vorigen weit nachſtand.

Statt das Modell der engliſchen Dampfwagen mit 4 Rädern, als damals gebräuchlich, vollkommen nachzuahmen, hatte der Amerikaner nur das Untergeſtell beibehalten, und auf dieſem nach eigener Phantaſie einen Dampfwagen conſtruirt, der ſich von allen andern bedeutend unterſchied, und nachdem ſich ein eigenes, auf der Baltimore und Ohio, Baltimore und Washington und Paterſon-Railroad noch bis jetzt fortbeſtehendes Syſtem gebildet hat. Dieſe Locomotive iſt bereits auf S. 485 u. ſ. f. beſchrieben.

Digitized by Google

Der Gründer der Camden- und Amboy-Eiſenbahn zur Verbindung zwiſchen New York und Philadelphia, verfolgte bei Erbauung der für die genannte Bahn beſtimmten Locomotiven den Plan der engliſchen, verband jedoch damit viele Verbeſſerungen, die namentlich in der weſentlichen Erweiterung und Vergrößerung des Dampfkeſſels zur ſchnelleren und zweckmäßigeren Erzeugung des Dampfes beſtand, und durch welche er nicht unbedeutende Vortheile erlangte.

Die ſtarke Paſſage zwiſchen den beiden Orten New York und Philadelphia und deren nächſter Umgebung, einem Landſtriche, der von ungefähr einer halben Million Menſchen bewohnt wird, machte es nothwendig, nicht allein Perſonen, ſondern namentlich, wegen der bedeutenden Zahl der erſteren, die Fracht gewöhnlich nur des Nachts zu transportiren. Dieſer Umſtand, verbunden mit der Paſſirung ſehr vieler zahlreich bewohnter Ortſchaften, die große Schwierigkeit, in den meiſten Staaten von Amerika Menſchen, und beſonders Vieh von der Bahn entfernt zu halten, veranlaßte Stefens eine Maſchine zu erfinden (guard), die er ſeinen Dampfwagen vorangehen läßt, und mittelſt deren er jedes auf der Bahn befindliche Object, ſobald der kleinſte Theil deſſelben auf der Bahn liegt, davon zu entfernen, oder, im Fall das Ganze auf den Schienen oder zwiſchen der Spur liegt, mitzunehmen, und möglichſt ſchadlos bis zur nächſten Station zu transportiren im Stande iſt.

Dieſe kleine Maſchine dient gleichzeizig dazu, das Ablaufen des Dampfwagens zu verhüten, indem ſie vorausgehend, den letzteren in den Bogen oder die Ausweichungen einführt.

Dieſe Dampfwagen durchlaufen auf der genannten Bahn, welche viele Krümmungen von 1000 Fuß Radius und einige ſtarke Anſteigungen enthält, worunter die von $46\frac{1}{2}$ Fuß per Meile oder $\frac{1}{117}$ am Anfangspunct der Bahn in South-Amboy gehört, mit einer Belaſtung von 200 bis 300 Perſonen, einen Raum von 25 engl. Meilen per Stunde.

Es werden nur Anthracit-Kohlen gebrannt. Die im Jahre 1831 unter der Leitung des amerikaniſchen Architecten

und Ingenieurs Strickland in Philadelphia erbauete Germantowe-Railroad, die ſpäter nach Norristowe und von dort nach Readiny, Port Clinton und ſo fort nach dem Weſten zu, über das Alleyhany-Gebirge verlängert wurde, gab, auf Veranlaſſung des erſtern, dem Maſchiniſten Mathias W. Baldwin in Philadelphia Gelegenheit, Locomotiven nach einem beſondern Plan zu bauen.

Localverhältniſſe und andere unvermeidliche Umſtände hatten es nöthig gemacht, der genannten Bahn viele Krümmungen und ſtarke Neigungsverhältniſſe, erſtere von 500 bis 600 Fuß Radius und letztere von 45 bis 50 Fuß pro Meile zu geben. Die Aufgabe für den Dampfwagen-Conſtructeur war daher um ſo ſchwieriger, da er gleich bei ſeinem erſten Verſuche, der Direktion ſowohl, als den nicht geringen Anforderungen des Publicums, das bis jetzt noch durch keine erreichte Schnelligkeit befriedigt worden iſt, zu genügen beſtrebt ſeyn mußte.

Es war Baldwins Hauptbeſtreben, mehr Einfachheit mit größerer Kraft und Dauer in ſeiner Maſchine zu vereinigen. Der Dampfwagen durchlief, ohne beſondere Vorbereitung oder Reinigung der Eiſenſchienen, die wie auf allen Bahnen bei belebten Straßen theilweiſe ſtark mit Schmutz bedeckt waren, und bei mehreren noch nachtheiligeren Straßenübergängen (crossings), Bogen und großen Steigungen, mehrere Strecken im Verhältniß von 90 Secunden pro engl. Meile, während eine Meile in gerader Richtung in 53 Secunden zurückgelegt wurde. Das Gewicht des Wagens war $5^1/_2$ Tonnen.

Die weſentlichen Veränderungen, welche Baldwin gegen die früheren Conſtructionen vornahm, beſtehen in Folgendem:

1) Die Conſtruction und Stellung der Druckpumpen, welche den Dampfkeſſel mit Waſſer ſpeiſen. Die Unterſtützungen der Kolbenſtangen ſind hohl, und dieſe Höhlungen ſind als Stiefel für die Druckpumpen benutzt, wodurch nicht allein jene Unterſtützungen an Stärke gewinnen, ohne daß ihr Gewicht bedeutend vermehrt würde, ſondern auch das gewöhn-

liche Geſtell und die Vorrichtung für die Druckpumpen entbehrlich gemacht wird. Jede dieſer Pumpen iſt mit fünf Ventilen verſehen; drei derſelben ſind zwiſchen dem Dampfkeſſel und den Kolben, und zwei zwiſchen letzteren und dem Waſſerbehältniß. Das dem Dampfkeſſel zunächſt befindliche Ventil iſt ein wenig verjüngt und geht durch einen dampfdichten Anſatz zum obern Theil des Ventilkaſtens, wodurch das Ventil mit Leichtigkeit unterſucht, und in den meiſten Fällen von aller Unreinigkeit befreit werden kann. Die übrigen 4 Ventile befinden ſich in einem Behältniß, welches durch einen Träger an die Pumpen befeſtigt iſt, ſo daß ſie durch das Löſen einer einzigen Schraube abgenommen, die Ventile herausgenommen, gereinigt und in wenig Minuten wieder an ihre Stelle gebracht werden können. Die hierdurch erlangte Leichtigkeit der Unterſuchung und Reinigung der Ventile bewirkt eine regelmäßige und zuverläſſige Speiſung des Keſſels. Die große Wichtigkeit dieſes Umſtandes iſt erklärlich, und derſelbe wird bei einem Dampfwagen um ſo weſentlicher, da ein ſolcher im Allgemeinen mehr Genauigkeit in der Erfüllung aller Bedingniſſe fordert, als eine gewöhnliche Dampfmaſchine.

2) Verwandlung der Bewegung der Dampfventile (Schiebventile, Steuerung). Bei den engliſchen Dampfwagen wird dieß durch eine Klappe und eine Verbindung von verſchiedenen Hebeln und Stangen bewirkt, welche die Excentrica ſeitwärts an der Steuerungsachſe bewegen, nachdem die Hacken der Steuerungsſtangen außer Verbindung mit derſelben gebracht ſind. An Baldwin's Dampfwagen befinden ſich die Arme der Steuerungsachſen an den beiden entgegengeſetzten Seiten des Stützpunktes und jeder Steuerungshebel iſt mit zwei Hacken verſehen, die in entgegengeſetzter Richtung geſtellt ſind, ſo daß ſie mit jedem Arm der Steuerungsachſen verbunden werden können.

Die Excentrica ſind unbeweglich auf der Achſe, und die Steuerungsſtangen dem Stande des Ingenieurs zugeführt, welcher ſie dort ganz nach ſeinem Willen mit jedem Arme der Steuerungsachſen in Verbindung ſetzen kann. Wenn die

Digitized by Google

Hacken der Steuerungsſtangen mit denſelben Armen der Steuerungsachſen verbunden ſind, als die der Ventilſtangen wird die Bewegung der Ventile mit der der Excentrica correſpondiren; wenn ſie aber mit den entgegengeſetzten Armen verbunden ſind, die Bewegung der Ventile umgekehrt oder entgegengeſetzt ſeyn, und wenn ſie mit keinem der Arme verbunden ſind, können die Steuerungsachſen und Dampfventile mit den Handhebeln bewegt werden.

Der Vortheil dieſes Arrangements zeigt ſich auf verſchiedene Weiſe. Die Excentrica ſind vollkommen mit der Achſe verbunden und daher weniger dem Loswerden oder ſonſtigen Beſchädigungen ausgeſetzt, und machen die Klappe mit der dazu gehörigen Maſchinerie, ſowie die 4 Steuerungsſchäfte, welche eine ſehr complicirte Handhabung der engliſchen Dampfwagen herbeiführen, entbehrlich. Der bedeutendſte Vortheil aber iſt der, daß die Steuerungsachſen und die Excentricahaken unter unmittelbare Anſſicht und Erreichbarkeit gebracht ſind. Eine fernere Veränderung beſtand

3) in der Achſe der Triebräder. Anſtatt, wie ſonſt gewöhnlich, die Enden dieſer Axen in die Mittelpunkte der Räder zu ſetzen, nimmt Baldwin der Achſe einen Arm aus jeder Kurbel und befeſtigt das Rad an das Gelenk der letztern, indem er deſſen Mittelpunct genau in die Ebene desjenigen der Achſe bringt. Durch dieſe Form der Achſe wirkt die Kraft der Maſchine unmittelbar auf die Räder, ohne die Vermittelung eines Armes der Kurbel, wodurch die Gefahr der Verbiegung, folglich auch des Brechens, vermindert und die effective Stärke der Achſe erhöhet wird. Ferner iſt hierdurch in einem gewiſſen Grade der Neigung der Räder, loſe an der Achſe zu werden, welches eine ſehr allgemeine und nachtheilige Eigenſchaft vieler Locomotiven iſt, entgegenwirkt. Zugleich wird durch dieſe Achsvorrichtung die Entfernung zwiſchen den beiden Kurbeln um ungefähr 10 Zoll verlängert, welches eine correſpondirende Erweiterung des Dampfkeſſels und eine zweckmäßigere Lage des Schwerpunktes des Feuerplatzes, welcher dadurch ungefähr 14 Zoll näher an die Achſen gebracht wird,

Digitized by Google

zuläßt. Wie höchſt wichtig dieſer Umſtand iſt, bedarf keiner ferneren Erwähnung, da in dem Vorangegangenen, namentlich bei der Spurweite, hinlänglich darauf hingewieſen iſt.

4) Das Dampfrohr iſt in den Dampfkeſſel durch die gewöhnliche Verbindungsöffnung zwiſchen der Kuppel und dem Cylinder gebracht. Das Ende dieſer Röhre, unterhalb des Helmes, iſt durch einen Träger befeſtigt, und innerhalb des Dampfkeſſels unterſtützt, ſo daß dabei eine Längenausdehnung oder Zuſammenziehung, in Folge der Veränderung der Temperatur, ungehindert ſtattfinden kann. Zur Vermeidung aller hieraus erwachſenden Unbequemlichkeiten oder Nachtheile, iſt die Klappe des Droſſelventils an die Dampfröhre und nicht an den Kopf des Dampfkeſſels befeſtigt.

Aus dieſer Einrichtung erwächſt ein doppelter Vortheil. Die Dampfröhre nämlich bedarf nun innerhalb des Dampfkeſſels keines Gelenkes, und eben ſo wird das Steigloch in dem Dampfkeſſel ganz entbehrlich, in dem der Schluß zwiſchen der Kuppel und dem Keſſel ſowohl, als alle anderen Röhrenſchlüſſe durch Aufſchleifen genau zuſammengepaßt und ohne Kitt oder eine Packung verbunden ſind. Die Kuppel kann eben deswegen mit Leichtigkeit abgenommen und wieder aufgeſetzt, und die, durch die Abnahme entſtehende Oeffnung, als Zutritt zum innern Raum des Dampfkeſſels benutzt werden.

5) Die Naben und Speichen der Triebräder werden aus einem Stück gegoſſen, die aus hartem Holz gemachten Felgen auf die Enden der Speichen befeſtigt, und das Ganze durch einen ſtarken, geſchmiedeten Reifen, welcher den Radkranz mit dem daran befindlichen Spurkranze bildet, feſt verbunden. Durch dieſe Verbindung von Holz und Eiſen wird die Stärke des letztern, mit einem gewiſſen Grade von der Elaſticität des erſten verbunden.

Dieſe Conſtructionsart der Räder, ſo wie andere Theile dieſer Maſchine, wurde ſpäter verändert, wie bei Beſchreibung der Norrisſchen Locomotive erwähnt werden wird. Doch behielt Baldwin ſtets zwei Excentrica unverändert bei.

Digitized by Google

Die ungeheure Ausdehnung, welche das Eiſenbahnweſen ſeit dem Jahre 1830 in den ganzen vereinigten Staaten von Nordamerika fand, und der daraus erwachſene Bedarf an Dampfwagen, die wegen der in England ſich ebenfalls täglich mehrenden Eiſenbahnen, von dorther nur mit vielem Zeitverluſte bezogen werden konnten, und oft den davon geſagten Erwartungen nicht entſprachen, eröffnete den amerikaniſchen Maſchiniſten eine ſichere Ausſicht auf bedeutenden Gewinn. Hierdurch veranlaßt, legten mehrere, und unter ihnen W. Norris im Jahre 1833 eine Locomotiv-Dampfmaſchinen-Fabrik an. Dem letztgenannten Mechaniker erſchien die Baldwin'ſche, bis dahin durch den Erfolg bewährte Methode von allen bekannten die einfachſte und vollkommenſte. Dieſelbe zum Grunde legend, verfolgte Norris im Allgemeinen dieſen Plan, doch ſo wie Baldwin ſelbſt, ſtrebte auch er nach einer größeren Vollkommenheit, die er auch völlig erreicht hat.

Der Dampfwagen von W. Norris, von welchem Fig. 6. eine Skizze giebt, ruht auf 6 Rädern, wovon zwei Paar nur 2 Fuß 6 Zoll Durchmeſſer haben, und gewiſſermaßen ein eigenes Geſtell bilden, welches ſich unter dem vordern Theile des Dampfwagens, alſo unter dem Schornſteinende des Dampfkeſſels befindet. Die Triebräder befinden ſich daher mehr unter der Mitte des Dampfkeſſels, und erlangen dadurch eine bedeutend größere Adhäſion. Dieſe Räder haben 4 Fuß Durchmeſſer und ſind von Gußeiſen mit geſchmiedeten Reifen nebſt Spurkranz, eine Conſtruktion, welche auch die oben erwähnten vier kleinen Räder haben.

Das Geſtell, welches eine ſehr dauerhafte und ſichere Verbindung des Dampfcylinders mit dem Keſſel und überhaupt aller einzelnen Theile der Dampfmaſchine, unter einander und mit dem Geſtelle ſelbſt geſtattet, iſt von geſchmiedetem Eiſen und vollkommen geeignet, die Dauer mehrerer Dampfmaſchinen auszuhalten, da es ſelbſt bei gänzlicher Abnutzung der letzteren, immer noch in ſehr brauchbarem Stande bleibt.

Der Keſſel liegt horizontal und hat 3 Fuß im Durchmeſſer bei 8 Fuß Länge; darin ſind 78 kupferne Sieteröhren, 8 Fuß lang, 2 Zoll im äußeren Durchmeſſer, vorhanden. Der Feuerungsraum hat 33 Zoll Weite und 40 Zoll Höhe im Lichten. Die Cylinder haben 10½ Z. Durchmeſſer; der Kolbenhub iſt 18 Zoll und das Gewicht auf den Treibrädern 10,500 Pfd., das auf den vier kleineren Rädern 5500 Pfd. Daher wiegt die ganze Maſchine, ohne Waſſer und Feuermaterial, 16,000 Pfd., mit beiden aber 18500 Pfund. Der Schornſtein hat eine Höhe von 14 Fuß über den Schienen, und iſt mit einem bewährten Funkenfänger verſehen, welcher jedes Funkenwerfen verhindert, ohne dadurch den nöthigen Luftzug zu ſtören.

Der Munitionswagen faßt ¾ Klafter Holz und 600 Gallon (1927,2 Wiener Maß) Waſſer, welches den Bedarf für 22 engl. Meilen liefert. Der Schlauch iſt mit Durchſchlägen verſehen. Die Räder des Waſſerwagens haben 33 Zoll im Durchmeſſer und ſind von gegoſſenem Eiſen mit geſchmiedeten Reifen. Es iſt eine Hebelvorrichtung angebracht, um das Gewicht des Waſſerwagens willkürlich auf die Treibräder werfen zu können, wenn es in einzelnen Fällen zu Erlangung einer größeren Adhäſion erwünſcht ſein ſollte.

Die weſentlichſten Vortheile dieſes Dampfwagens ſind: 1. Große Einheit der Maſchine und der Umſtand, daß ſich die operirenden Theile, ſo weit es zuläſſig, vor den Augen und im Bereiche des leitenden Ingenieurs befinden, und unter allen Umſtänden, deren Reparatur erleichtern. Hiermit iſt ferner die leichte Regierung, Steuerung oder Handhabung derſelben während der Bewegung, verbunden. 2. Die größere Fläche des Feuerheerdes. 3. Schnelle Dampferzeugung und Oekonomie in der Verwendung deſſelben. 4. Erſparniß an Feuerungsmaterial und die Zuläßigkeit, als ſolches bei dieſer Maſchine Holz verwenden zu können, was für Länder, welche keine Coaks oder gute brauchbare Steinkohlen beſitzen, von großer Wichtigkeit iſt, außerdem können

auch noch Anthracitkohlen, ſelbſt bituminöſe Kohlen und Coaks angewendet werden, je nachdem der Feuerheerd höher oder niedriger geſtellt wird. 5. Die auf den Triebrädern ruhende, große Laſt, , wodurch die Adhäſion der Räder an den Schienen vermehrt, und auf dieſe Weiſe die nöthige Kraft angewendet werden kann, um größere Steigungen als die gewöhnlichen, ſicher und ohne Nachtheil zu überwinden. 6. Vier Excentrica, mit welchen die Maſchine verſehen iſt, und durch welche es möglich wird, den Uebergang aus einer einmal angenommenen Richtung in die entgegengeſetzte, auf eine ſehr ſchnelle und leichte Weiſe zu bewerkſtelligen. 7. Die Verlängerung der Kolbenſtange bis zu den Triebrädern und die Befeſtigung der erſtern außerhalb am Rade, wodurch die koſtſpielige Conſtruction und leichte Wandelbarkeit der früheren Kurbelachſen für die Treibräder ganz vermieden wird. 8. Die ſichere Befeſtigung aller Maſchinentheile an das eiſerne Geſtell. 9. Die durch die Anwendung kleiner Vorderräder möglich werdende leichtere Paſſage durch Bogen von ſehr kleinen Radien, welche ſogar bis zu 100 Fuß abnehmen können. 10. Die Vorzüglichkeit des Materials, indem es erwieſen iſt, daß das amerikaniſche Eiſen mehr Dehnbarkeit beſitzt, als irgend ein anderes Eiſen in Europa. Angeſtellte Verſuche haben bewieſen, daß amerikaniſche Dampfmaſchinen bei mehr als 400° Fahrenheit noch mit gleichem Vortheil arbeiten. Eben ſo haben genaue Verſuche gezeigt, daß, bis zu einer Temperatur von 400°, die Dehnbarkeit dieſes Eiſens, vorausgeſetzt, daß es von guter Qualität ſey, im directen Verhältniſſe des Wärmegrades, welchem es ausgeſetzt iſt, zunimmt, ein Reſultat, das der ſonſt allgemein gehegten Anſicht gerade entgegenſteht. In dieſer größeren Dehnbarkeit des Eiſens iſt die Möglichkeit begründet, ohne Gefahr mit einem höhern Dampfdruck im Keſſel arbeiten zu können; derſelbe Umſtand ſichert aber auch dieſen Locomotiven in Betreff der Solidität, welche auſſerdem durch eine treffliche Conſtruktion, Bearbeitung und Verbindung aller Theile, namentlich derjenigen des Dampf-

Digitized by Google

keſſels, geſichert iſt, und endlich liegt hierin der Grund, daß die Reparatur-Unkoſten, bei Anwendung dieſer Maſchine, bedeutend geringer ſind, als dies bei den Dampfwagen aus England gewöhnlich der Fall iſt. Dieſe Behauptung ſtützt ſich auf praktiſche Erfahrungen in Amerika.

Die Norris'ſchen Locomotiven werden in Amerika ſehr allgemein angewendet; auch in Deutſchland ſind einige auf der Ferdinands-Nordbahn und auf der Braunſchweig-Harzburger Bahn im Betriebe, mit deren Leiſtungen man ſehr zufrieden iſt.

Wir theilen endlich das bis jetzt über die

Lufteiſenbahn

des Engländers Clegg Bekannte mit.

Die Erfindung des Hrn. Clegg, ſich der atmosphäriſchen Luft zum Fortbewegen von Wagen auf Eiſenbahnen zu bedienen, hat bei den erſten Verſuchen alle Erwartungen übertroffen. Die zu dieſem Zweck von den Herren Clegg und Samuda erbaute Bahn iſt eine halbe engliſche Meile lang und hat auf der erſten Hälfte im Anſteigen von 1 Fuß auf 120, auf der letzten Hälfte von 1 Fuß auf 115 Fuß. Zwiſchen den Schienen, doch etwas höher als dieſe, liegt eine zuſammenhängende Reihe luftdicht miteinander verbundener, 9 Fuß langer Röhren von Gußeiſen, die einen innern Durchmeſſer von $3^1/_2$ Zoll haben, bei der ſpätern wirklichen Ausführung aber 10 Zoll weit gemacht werden ſollen.

Die Röhren ſind nicht ausgebohrt, aber mit einem Ueberzuge von gepreſſtem Talg, $^1/_{10}$ Zoll dick, verſehen, wodurch die Reibung des Kolbens vermindert wird. Auf der oberen Seite der Röhre iſt eine, etwa $1^1/_2$ Zoll breite Oeffnung, die durch Lederſtreifen, die etwas kürzer als der Kolben ſind, verſchloſſen wird, zwiſchen zwei Eiſenſtücken befeſtigt ſind, von denen das innere genau den Durchmeſſer der Oeffnung hat, während das äußere breiter iſt, damit, wenn man die Luft in der Röhre verdünnt, das Leder durch den Druck der

Atmoſphäre nicht in die Röhre hineingepreſſt wird. Dieſe Lederſtreifen oder Ventile werden nun mittelſt eines Gemiſches von Wachs und Talg, oder von Wachs und Oel, oder durch irgend eine andere Subſtanz, die bei jeder Temperatur der Atmoſphäre feſt iſt und nur bei größerer Hitze flüſſig wird, luftdicht verſchloſſen. Unter dem erſten Wagen befindet ſich ein nach vorn zugeſpitzter Kolben, der, wenn der Wagen auf den Schienen ſteht, genau in die Röhre hineinpaßt. An dem hintern Ende des Kolbens iſt eine nach oben gerichtete Stange von Schmiedeeiſen, welche an dem Wagen befeſtigt wird, und ſowie der Kolben vorwärts geht, das Ventil öffnet. An dem hintern Theile des erſten Wagens, der der Treiber (driving carriage) genannt wird, befindet ſich eine durch einen glühenden eiſernen Bolzen erhitzte Röhre, die das Ventil wieder niederdrückt, und zugleich daſſelbe, indem ſie das Gemiſch von Talg und Oel erwärmt, luftdicht verſchließt.

Um nun den Zug in Bewegung zu ſetzen, wird die Luft in der Röhre vor dem Kolben mittelſt einer Luftpumpe verdünnt, die durch eine Dampfmaſchine in Bewegung geſetzt wird.

Bei dem erſten Verſuche wurden eine Dampmaſchine von 16 Pferdekraft und eine Luftpumpe von 37½ Zoll Durchmeſſer und 22½ Zoll Hebung angewendet. In 1½ bis 2 Minuten war die Luft bis auf 18 Zoll Barometer-Höhe verdünnt. Zwei Wagen mit einer Laſt von 8 Tonnen wurden bei dem erſten Verſuche mit einer Geſchwindigkeit von 22½ Meilen, bei ſpäteren Verſuchen mit einer Geſchwindigkeit von 30, 36 und zuletzt von 40 engl. Meilen in der Stunde befördert. Bei den bisherigen Verſuchen iſt jedoch wegen der geringen Länge der Bahn das Maximum der Geſchwindigkeit noch nicht erreicht worden. Iſt der Zug am Ende einer Röhrenreihe angekommen, ſo ſtößt der Kolben das daſelbſt am Ende der Röhre befindliche Klapp-Ventil auf und dringt in die nächſte Röhrenreihe ein, worauf der Zug ſo lange anhält, bis auch hier die Luft auf die angegebene Weiſe verdünnt worden iſt. Zu den großen Vortheilen, welche dieſe Bahnen im Vergleich mit den

Digitized by Google

bisherigen darbieten, gehören namentlich, daß der bedeutende Kraftaufwand, welcher auf den gewöhnlichen Eiſenbahnen allein zur Fortſchaffung der Locomotiven erforderlich iſt, bei den Clegg'ſchen Bahnen auf die Fortbewegung des Zuges ſelbſt verwendet werden kann; daß die Koſten der Anlegung und Unterhaltung einer Bahn bedeutend vermindert werden, denn einmal kommen die ſtationären Dampfmaſchinen nebſt Luftpumpen bei Weitem nicht ſo theuer zu ſtehen, wie die Locomotiven, und dann fallen auch die koſtſpieligen Durchſtiche und Tunnels größtentheils weg, da der Luftdruck bedeutende Anſteigungen überwindet; es iſt ferner eine weit größere Geſchwindigkeit zu erlangen, indem dieſelbe nur von ſchnelleren oder langſameren Auspumpen der Luft abhängt, und trotz dieſer größeren Schnelligkeit iſt zugleich die Sicherheit größer, indem ein Zerſpringen des Keſſels, ein Begegnen zweier Wagenzüge u. dgl. niemals vorkommen kann.

Die wichtigſten neuen Werke über das Eiſenbahnweſen ſind die folgenden:

Simms, the public Works of Great Britain. 1. Divis.: Railways, Locomotive Engines, and Carriages. London 1838. Mit ſehr prächtigen Kupfertafeln.

Brees, Railway practice. A collection of working plans and practical details of construction etc. London 1838.

Lecount, practical Treatise on Railways. Edinburgh 1839.

Séguin, de l'Influence des Chemins de Fer et de l'Art de les tracer & de les construire. Paris 1839.

Gebr. Armengaud, das Eiſenbahnweſen, oder Abbildung u. Beſchreibung von den vorzüglichſten Dampfwagen, Schienen, Stühlen, Drehſcheiben, Ausweich- oder Radlenkſchienen ꝛc. Aus dem Franz. von dem Verfaſſer dieſes Werks. Mit 40 großen lithograph. Tafeln. Weimar 1839 — 41.

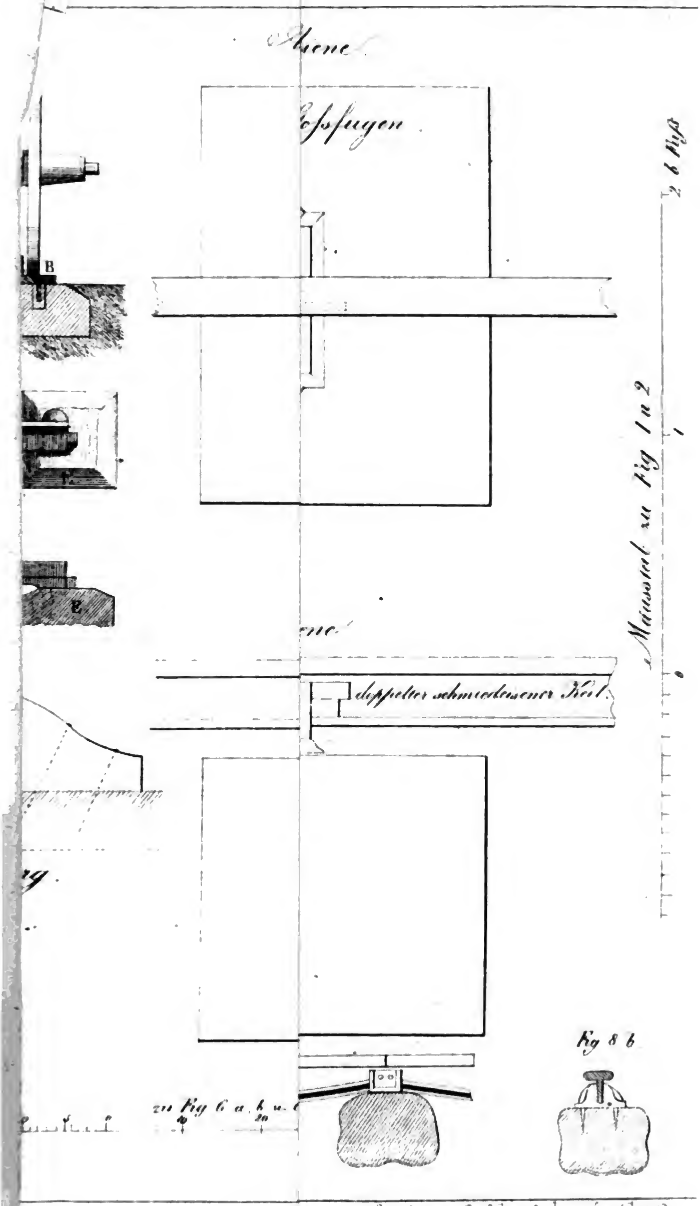
H. Köhler, Taſchenbuch zum praktiſchen Gebrauche bei den Verrichtungen des Eiſenbahnweſens. Braunſchweig 1839.

Zimpel, das Eiſenbahnweſen von Nordamerika, England und andern Ländern praktiſch und populär dargeſtellt. Wien 1840.

Flachat & Pétiet, Handbuch für Locomotivenführer, enthaltend theoretiſche u. praktiſche Bemerkungen über die Conſtruktion, den Betrieb und die Führung der Locomotiven. Aus dem Franz. von dem Verfaſſer dieſes Werks. Augsburg 1840, beim Verleger dieſes Werks.

de Pambour, Traité des Machines locomotives. 2de édit. Paris 1840.

Digitized by Google



Gravirt von J. Schwegerle in Augsburg

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

16. R.
Digitized by Google

Digitized by Google